

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-311872

(43)Date of publication of application : 09.11.2001

(51)Int.Cl.

G02B 15/20
G02B 13/18
G02B 13/22

(21)Application number : 2000-127430

(71)Applicant : NITTO KOGAKU KK

(22)Date of filing : 27.04.2000

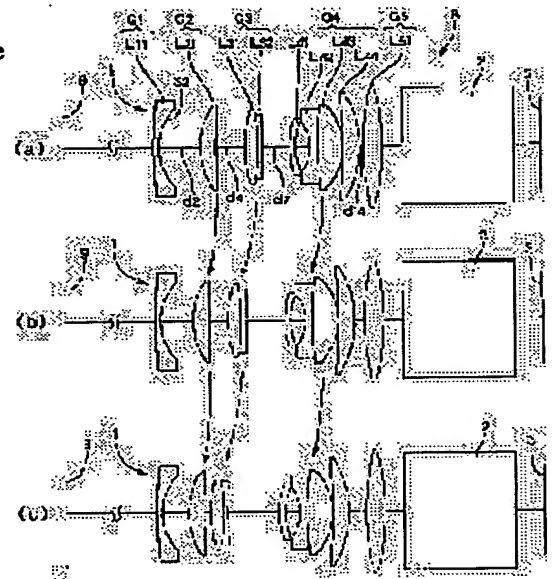
(72)Inventor : NARIMATSU SHUJI
SAWAMOTO AKIRA

(54) ZOOM LENS FOR PROJECTION AND PROJECTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact zoom lens for projection which is suitable for a projector device using a prism where a liquid crystal panel or a DMD is set as a light valve and whose incident side is nearly telecentric.

SOLUTION: This zoom lens for projection 1 is composed of five groups of lenses G1, G2, G3, G4 and G5 being negative, positive, positive, negative and positive from a screen side. Furthermore, one surface of a lens L11 nearest to the screen side is made aspherical, whereby the very compact zoom lens where aberration is efficiently compensated and which is suitable for a portable projector and excellent in image forming performance is provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-311872
(P2001-311872A)

(43) 公開日 平成13年11月9日 (2001.11.9)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

G 0 2 B 15/20

G 0 2 B 15/20

2 H 0 8 7

13/18

13/18

13/22

13/22

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2000-127430(P2000-127430)

(22) 出願日 平成12年4月27日 (2000.4.27)

(71) 出願人 000227364

日東光学株式会社

長野県諏訪市大字湖南4529番地

(72) 発明者 成松 修司

長野県諏訪市大字湖南4529番地 日東光学
株式会社内

(72) 発明者 澤本 章

長野県諏訪市大字湖南4529番地 日東光学
株式会社内

(74) 代理人 100102934

弁理士 今井 彰

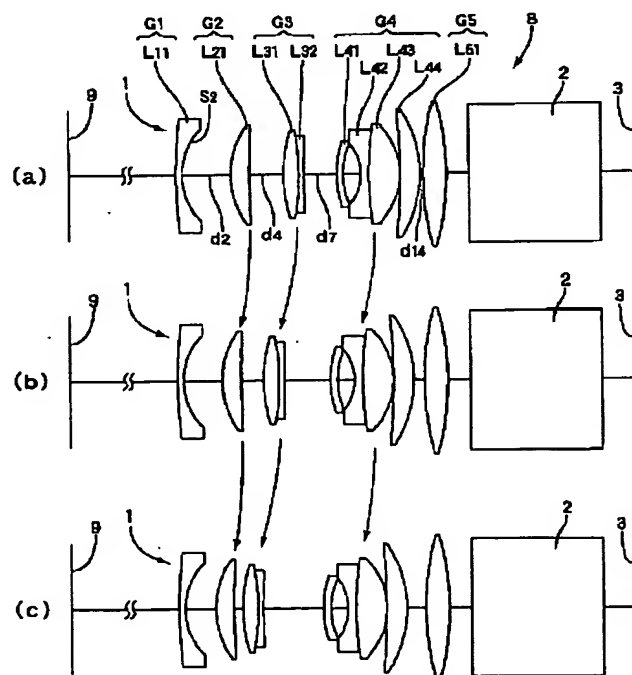
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投写用ズームレンズおよびプロジェクタ装置

(57) 【要約】

【課題】 液晶パネルあるいはDMDをライトバルブとしたプリズムを用いたプロジェクタ装置に好適な、入射側がほぼテレセントリックでコンパクトな投写用ズームレンズを提供する。

【解決手段】 スクリーン側から負・正・正・負・正の5群のレンズG1、G2、G3、G4およびG5により投写用ズームレンズ1を構成する。さらに、最もスクリーン側のレンズL11の一面を非球面にすることにより、収差補正を効率よく行うことが可能であり、非常にコンパクトで携帯型のプロジェクタに適した決像性能の良いズームレンズを提供することができる。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射側がほぼテレセントリックになった投写用ズームレンズであって、広角端から望遠端にわたり動きの異なる複数のレンズ群を有し、それらの最もスクリーン側の第1のレンズ群を構成するレンズの少なくとも一方の面が非球面であることを特徴とする投写用ズームレンズ。

【請求項2】 請求項1において、前記第1のレンズ群は1枚構成である投写用ズームレンズ。

【請求項3】 請求項1において、前記第1のレンズ群の最もスクリーン側のレンズがスクリーン側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズである投写用ズームレンズ。

【請求項4】 請求項1において、スクリーン側から順に、負の屈折力の前記第1のレンズ群と、正の屈折力の第2のレンズ群と、正の屈折力の第3のレンズ群と、負の屈折力の第4のレンズ群と、正の屈折力の第5のレンズ群とを有し、前記第1および第5のレンズ群を固定し、前記第2、第3および第4のレンズ群を移動することによりズーミングが可能である投写用ズームレンズ。

【請求項5】 請求項4において、前記第1および第2のレンズ群の広角端における合成焦点距離 f_{w12} と、該投写用ズームレンズの広角端における合成焦点距離 f_w が次の式を満たす投写用ズームレンズ。

$$3 < f_{w12} / f_w$$

【請求項6】 請求項4において、該投写用ズームレンズの全長 L と、前記第2のレンズ群の焦点距離 f_2 が次の式を満たす投写用ズームレンズ。

$$1.4 < L / f_2 < 1.8$$

【請求項7】 請求項4において、前記第1のレンズ群の焦点距離 f_1 と、前記第2のレンズ群の焦点距離 f_2 が次の式を満たす投写用ズームレンズ。

$$0.8 < |f_1 / f_2| < 1.3$$

【請求項8】 請求項1ないし7のいずれかに記載の投写用ズームレンズと、この投写用ズームレンズの入射側に投写用の映像を供給可能な画像形成装置とを有するプロジェクタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ライトバルブに表示された像をスクリーンに拡大投影するプロジェクタ装置の投写用ズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図11に、一般的な3板式の液晶プロジェクタの概略構成を示してある。画像をスクリーンなどに拡大投影可能なプロジェクタ装置8は、入射側から供給された画像をスクリーンに向かって投影する投写用ズームレンズ1と、この投写用ズームレンズ1に画像を供給する画像形成装置7とを備えている。液晶プロジェクタ装置の場合は、画像形成装置7のライトバルブとして液晶パネル3が採用されており、図11に示したプロジ

ェクタ装置8においては、白色光源6と、この光源6から放射された光を色分解するダイクロイックミラー5Rおよび5Gと、赤色、緑色および青色に色分解された各色の画像を形成する透過型表示媒体（ライトバルブ）である液晶パネル3B、3Gおよび3Rとを備えている。これらの液晶パネル3B、3Gおよび3Rによって形成された投写用の画像は反射ミラー4によってダイクロイックプリズム2に導かれ、色合成された後、投写用レンズ1に入射される。そして、各液晶ライトバルブ3B、3Gおよび3Rに表示された画像が拡大および合成されてスクリーン9の上に結像される。

【0003】 このような液晶プロジェクタに用いられる投写用（投射用、投影用あるいはプロジェクション用）ズームレンズは、ダイクロイックプリズム2を挿入するために長いバックフォーカスが必要である。すなわち、ダイクロイックプリズムが分光特性上、入射角の依存性が大きいので液晶パネル側の構成はテレセントリックな光線にしなくてはならない。また、上記の3板式の画像形成装置に限らず、液晶ライトバルブを用いる場合は、液晶パネルの視角がそれほど大きくなく、画質の角度依存性が大きいので投写用レンズの入射側はテレセントリックであることが望ましい。

【0004】 近年、液晶パネルに代わり、マイクロマシン技術を用いて機械的に光の反射方向を変えて画像を形成する複数の素子を備えた装置が実用化されている。微少な鏡面素子（マイクロミラー）を画素に対応させてアレイ状に並べ、それぞれの鏡面の角度を制御することにより画像を表示するDMD（デジタルミラーデバイス、箔変形デバイスあるいはディスプレイ）はその1つである。このマイクロミラーで画素を構成する画像形成装置は、液晶パネルより応答速度が速く、明るい画像が得られるので、小型で高輝度、高画質のプロジェクタを実現するのに適している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 プロジェクタをさらに小型化し、パーソナルコンピュータなどと共にモバイル可能なサイズにする検討がされているが、そのためには、ライトバルブのパネルサイズの小型化に加え投写レンズなどの光学系の小型化も必要である。しかしながら、3板式プロジェクタでは、液晶パネルなどのライトバルブと投写レンズの間には、ダイクロイックプリズムが配置されているため、バックフォーカスは長く必要となる。それに伴い、投写レンズのレンズ長も長くなってしまい、全体の光学系が小さくならない。

【0006】 また、スクリーンに投写される像を大きくできるように画角の大きな投写レンズが要求され、そのために、大口径のレンズ、特に最もスクリーン側のレンズとして口径の大きなものが用いられる。これも光学系を小型化するのに相反するものである。また、口径を大きくし、さらに収差性能を上げ、周辺光量比も大きくす

(3)

3

るには、多数枚のレンズで投写レンズを構成する必要がある。しかしながら、たくさんのレンズを用いることにより、投写レンズ全体としては透過率が下がり、重量も重くなり、さらに、コストが上がる。

【0007】そこで、本発明においては、レンズ構成を簡易にし、コンパクトであり、さらに、プロジェクトに必要とされる充分なバックフォーカスを確保しながら、透過率が高く、高性能でローコストなズームレンズを提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】このため、本発明においては、投写用ズームレンズあるいは投写用ズームレンズシステムを構成する最もスクリーン側のレンズのいずれかの面を非球面とすることにより、レンズ構成を簡易にし、さらに、コンパクトで性能の良いズームレンズを実現できるようにしている。すなわち、本発明の投写用ズームレンズは、入射側がほぼテレセントリックになった投写用ズームレンズであって、広角端から望遠端にわたり動きの異なる複数のレンズ群を有し、それらの最もスクリーン側の第1のレンズ群を構成するレンズの少なくとも一方の面が非球面であることを特徴としている。

【0009】収差性能などの向上するために非球面のレンズを採用することは従来から行われている。しかしながら、非球面にすることによるコストアップをできるだけ小さくするために最も口径の小さなレンズ、たとえば、投写レンズを構成する複数のレンズ群のうち、中間あるいは最もライトバルブ側のレンズを非球面にしている。これに対し、本発明の投写用ズームレンズにおいては、最もスクリーン側に位置する最も口径が大きくなるレンズの少なくともいずれかの面を非球面にしている。最もスクリーン側のレンズは、口径が大きくなるので、投写用の光線の密度が最も小さくなる。したがって、最もスクリーン側のレンズであれば、それを通過する各光線を適切に補正できる非球面を設定しやすくなり、微妙な補正も容易にできる。このため、投写用ズームレンズを構成する他のレンズ群の負荷を小さくすることができるので、各レンズ群を構成するレンズの枚数を少なくでき、投写用ズームレンズの構成を簡易にできる。さらに、投写用ズームレンズの構成を簡易にすることにより、投写用ズームレンズの全長を短くすることが可能となり、最も口径が大きくなる、最もスクリーン側のレンズの口径を小さくすることができ、そのレンズを非球面にするときのコストアップを防ぐことができる。

【0010】また、第1のレンズ群に非球面を採用することにより収差補正が良好にできるので、第1のレンズ群を1枚構成とすることが可能となる。そして、第1のレンズ群は口径が大きくコスト高になるが、それを構成するレンズの枚数を最小にすることによりコストを削減することが可能となる。さらに、口径の大きなレンズの枚数を削減できるので、投写用ズームレンズの全長を短

4

くする効果が大きい。また、レンズの枚数を削減することにより投写用ズームレンズの透過率が高くなり、明るいズームレンズを提供できる。

【0011】さらに、第1のレンズ群の最もスクリーン側のレンズをスクリーン側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズにすることが望ましい。負のメニスカスレンズを採用することにより、レンズ径を小さくしても広く画角を確保でき、また周辺光量比も確保できる。したがって、非球面化によるコストアップを防止できると共に、第1のレンズ群に続く他のレンズ群の口径を小さくできる。このため、投写用ズームレンズ全体を小径で薄くできると共に、明るく、高解像度の画像を投影するのに適したレンズを低コストで提供できる。

【0012】本発明の投写用ズームレンズでは、さらに、スクリーン側（拡大側）から入射側（縮小側）に向かって、負—正—正—負—正の5つのレンズ群によって構成することが望ましい。すなわち、スクリーン側から順に、負の屈折力の第1のレンズ群と、正の屈折力の第2のレンズ群と、正の屈折力の第3のレンズ群と、負の屈折力の第4のレンズ群と、正の屈折力の第5のレンズ群とを有し、第1および第5のレンズ群を固定し、第2、第3および第4のレンズ群を移動することによりズームリングを可能とすることが望ましい。このような屈折力の配置にすることにより、基本的にはレトロフォーカス型となるので非常に長いバックフォーカスが確保でき、入射側をテレセントリックにあるいはそれに非常に近い状態の投写用レンズを形成できる。また、第1のレンズ群が負のパワーであるので、Fナンバーが小さくて明るく、さらに、画角の広い広角な投写用ズームレンズを実現できる。さらに、第2および第3のレンズ群が独立して移動できるようにすることにより、収差性能が良く、小型の投写用ズームレンズが実現できる。

【0013】さらに、本発明においては、上記のように、最もスクリーン側のレンズを非球面にしているので、収差性能を向上しやすい。このため、収差性能の高い5群の投写用ズームレンズを、全部で9枚から10枚程度の簡易なレンズ構成で実現することができる。また、レンズ枚数を少なくできるので、投写用ズームレンズの透過率を向上でき、レンズ長も短くできる。さらに、軽量になり、製造コストも下げることができる。

【0014】したがって、本発明の投写用ズームレンズと、この投写用ズームレンズの入射側に投写用の映像を供給可能な画像形成装置とを組み合わせることにより、明るく鮮明な画像を投写できるコンパクトで携帯に適したプロジェクト装置を提供できる。

【0015】さらに、ズーム比を1.2倍程度に抑えることにより、Fナンバーが2程度のコンパクトで大口徑の投写用ズームレンズを提供することができる。

【0016】本発明の投写用ズームレンズにおいて、さらにコンパクトで諸収差性能の良好なものを提供するに

(4)

5

は、第1および第2のレンズ群の広角端における合成焦点距離 f_{w12} と、投写用ズームレンズの広角端における合成焦点距離 f_w が次の式 (A) の条件を満たすことが望ましい。

$$【0017】 3 < f_{w12} / f_w \quad \dots (A)$$

第1および第2のレンズ群の合成の焦点距離 f_{w12} が上記の値を下回ると、第1および第2のレンズ群のパワーが強すぎて広角端における歪曲収差の補正が不十分になり、歪曲が発生する。

【0018】 また、投写用ズームレンズの全長 L と、記第2のレンズ群の焦点距離 f_2 が次の式 (B) を満たすことが望ましい。

$$【0019】 1.4 < L / f_2 < 1.8 \quad \dots (B)$$

主変倍群の1つである第2のレンズ群の焦点距離により、投写用ズームレンズ全体のレンズ長がほぼ決定する。式 (B) の下限を下回ると、ズームレンズの全長は短くなるがコマ収差の発生を抑えることができなくなる。一方、式 (B) の上限を超えると、コマ収差は非常に小さくなるが、レンズ長が長くなり小型化が難しい。

【0020】 さらに、第1のレンズ群の焦点距離 f_1 と、第2のレンズ群の焦点距離 f_2 が次の式 (C) を満たすことも重要である。

$$【0021】 0.8 < |f_1 / f_2| < 1.3 \quad \dots (C)$$

式 (C) の上限を超えると、バックフォーカス B_f が短くなり、プロジェクタ用レンズ (投写用レンズ) として適さない。一方、式 (C) の下限を下回ると、バックフォーカス B_f は長くなるが、コマ収差の発生を抑えることができなくなる。

【0022】

【発明の実施の形態】 【実施例1】 図1に、本発明の実施例1に係る投写用ズームレンズシステム (投写用ズームレンズ) 1を用いたプロジェクタの光学系を示してある。このプロジェクタ8は全体の構成は、先に図11に基づき説明したものであり、各色の液晶パネル3により形成された映像がダイクロイックプリズム2により合成される。そして、合成された映像が投写用ズームレンズ1に入射され、スクリーン9に投影される。

【0023】 図1には、投写用ズームレンズ1の各状態における各レンズの配置を示してある。図1(a)は、拡大表示する状態である広角端における各レンズの配置であり、図1(c)は、標準状態である望遠端、さらに、図1(b)は、それらの中間における配置を示してある。本例の投写用ズームレンズ1は、スクリーン9の側から5つのレンズ群G1、G2、G3、G4およびG5にグループ化された9枚のレンズL11～L51により構成されている。それぞれのレンズの詳細は以下に示した通りである。そして、第1および第2のレンズ群の距離 d_2 、第2および第3のレンズ群の距離 d_4 、第3および第4のレンズ群の距離 d_7 、さらに、第4および

6

第5のレンズ群の距離 d_{14} を変えることにより広角端から望遠端の間でズーミングが可能なレンズである。

【0024】 最もスクリーン側の第1のレンズ群G1は負の屈折力を備えたスクリーン側に凸の負のパワーのメニスカスレンズL11により構成されている。さらに、このレンズL11の入射側、すなわち、ダイクロイックプリズム2の側の面S2が非球面になっている。

【0025】 第2のレンズ群G2は、ズーミングのときに移動するレンズ群であり、正の屈折力を備えた凸レンズにより構成されている。第3のレンズ群G3もズーミングのときに移動するレンズ群であり、全体が正の屈折力を備えており、スクリーン側から順に、両凸の正レンズL31と、入射側に凸の負のメニスカスレンズL32で構成され、これらのレンズL31およびL32がダブルレット (バルサム) となるように組み合わせられている。

【0026】 第4のレンズ群G4もズーミングのときに移動するレンズ群であり、全体が負の屈折力を備えたレンズ群である。スクリーン側から順に、スクリーン側に凸の負のメニスカスレンズL41、ダブルレットをなす入射側に負レンズL42および凸レンズL43と、入射側に凸の正のメニスカスレンズL44で構成されている。最終のレンズ群G5は、正の屈折力を凸レンズL51により構成されている。

【0027】 先に説明したように、このような負・正・正・負・正の5群構成のレンズ1はレトロフォーカスを組み合わせたレンズであり、入射側をバックフォーカスが非常に長いテレセントリックにしやすい構成である。

【0028】 さらに、これらのレンズ群G1からG5に異なる動きを行わせることによりズーミングすることが可能であり、本例では、第1のレンズ群G1および第5のレンズ群G5を固定し、第2のレンズ群G2、第3のレンズ群G3および第4のレンズ群G4を移動する。特に、本例では、第2のレンズ群G2、第3のレンズ群G3および第4のレンズ群G4を広角端から望遠端に向かってスクリーン9の側に向かって一様な方向に動かすことによりズーミングしている。

【0029】 本例の投写用ズームレンズ1は、フォーカシングを行う最もスクリーン側のレンズL11がスクリーン側に凸の負のメニスカスレンズの一枚構成であり、さらに、入射側の面S2を非球面にしている。まず、レンズL11に非球面を採用しているため、収差を良好に補正できる。特に、最もスクリーン側のレンズL11は、ズームレンズ1の中で口径が最も大きなレンズであり面積も大きく、これを通過する光線の密度は最も低くなる。したがって、各々の光線の状況にあった補正が容易であり、収差を非常に良好に補正できる。このため、第1のレンズ群を1枚構成とすることが可能となる。口径の大きな第1のレンズ群G1を1枚構成とすることにより、製造コストを大幅に下げることができる。

【0030】 従来、製造コストを下げるために口径の小

(5)

7

さなレンズを非球面化して収差の改善を図っていた、これに対し、本例のズームレンズでは、口径の大きなレンズを非球面化して収差の大幅な改善を図っている。したがって、非球面化したレンズ自体のコストは高くなるが、第1のレンズ群G1を構成するレンズの枚数を削減でき、さらに以下で示すように、他のレンズ群を構成するレンズの枚数を削減できるので、コスト的にも、かえってメリットの多い設計となっている。このように、本発明のズームレンズでは、非球面を採用するに際し、従来とは発想を異にしており、口径の大きなレンズにおける非球面の効果を最大限に利用することにより本明細書で説明するように、収差補正が良好で、さらに、非常にコンパクトなズームレンズを実現している。

【0031】第1のレンズ群G1を1枚のレンズで構成することはコスト以外にも、多くのメリットがある。口径の大きなレンズは曲率が大きくなるとレンズ全長に対する影響も大きくなるが、本例のズームレンズでは1枚構成であるので、ズームレンズの全長を短くするのに効果がある。また、レンズの枚数を減らすことによりレンズシステムの透過率は向上し、明るいズームレンズを得ることができる。

【0032】加えて、非球面化されるスクリーン側にレンズL11を、本例では凸の負のメニスカスレンズとしている。このタイプのレンズにすることにより、レンズ径に対し大きな画角を確保できる。また、小さなレンズ径で十分な周辺光量比を確保できる構成でもある。このため、径が小さな、投写用ズームレンズとしては非常に薄い、あるいは細い構成で、Fナンバーが小さく明るく、また、広角なズームレンズを実現することができる。したがって、最も口径の大きなレンズを非球面化すると共に、そのレンズの口径を小さくすることが可能となっており、よりコストメリットがあり、コンパクトなズームレンズとなっている。

【0033】このように、第1のレンズ群G1のレンズL11を非球面にして収差性能を改善することは、第1のレンズ群に限らず、その他のレンズ群にも影響を与える。本例では、第2のレンズ群G2は1枚、第3のレン*

レンズデータ (No. 1)

i	ri	di	ni	vi	
1:	145.54	1.40	1.48749	70.4	レンズL11
2:	16.18ASP	d2			
3	22.67	4.10	1.64769	33.8	レンズL21
4:	240.05	d4			
5:	38.88	3.42	1.67003	47.2	レンズL31
6:	-54.53	1.20	1.84666	23.8	レンズL32
7:	1271.34	d7			
8:	28.25	1.50	1.53172	48.8	レンズL41
9:	19.20	4.00			
10:	-12.00	1.74	1.84666	23.8	レンズL42
11:	88.16	6.90	1.49700	81.6	レンズL43

8

*ズ群G3は2枚、そして第5のレンズ群G5は1枚というように、フォーカシングのレンズL11により収差を非常に良好に補正できるので、各々のレンズ群の収差補正に対する負荷が減り、ズームレンズ1の全構成を簡略化できる。したがって、本例では、5群のレンズシステム1を全部で9枚のレンズという非常に簡易な構成で実現している。

【0034】さらに、ズームレンズ1を構成するレンズ枚数を減らすことにより、経済的になることはもちろん、ズームレンズ1の全長を短くなりコンパクトになると共に、軽量になる。そして、ズームレンズ1の全体の透過率も向上するので、明るく、コンパクトで軽量のズームレンズを実現することができ、現在、鋭意開発が薦められている携帯型のプロジェクタの好適なズームレンズを提供することができる。

【0035】また、本例の5群のズームレンズ1において、さらに、コンパクトで収差特性の良いものを提供するには、上述した式(A)、(B)および(C)の条件を満たすことが望ましい。このため、本例の投写用ズームレンズ1は、それらの条件を満たすように設計されている。

【0036】以下に示すレンズデータにおいて、 r_i はスクリーン側から順番に並んだ各レンズの曲率半径(mm)、 d_i はスクリーン側から順番に並んだ各レンズ面の間の距離(mm)、 n_i はスクリーン側から順番に並んだ各レンズの屈折率(d線)、 v_i はスクリーン側から順番に並んだ各レンズのアッベ数(d線)を示す。また、 f は投写レンズ1の合成焦点距離、 f_w は投写レンズ1の広角端における合成焦点距離、 f_1 は第1のレンズ群G1の焦点距離、 f_2 は第2のレンズ群G2の焦点距離、 f_{w12} は第1および第2のレンズ群の広角端における合成焦点距離、 L はズームレンズ1の全長、 FNo はFナンバー、 Bf_w は広角端におけるバックフォーカス(mm)を示す。また、データ中の inf はプリズムの面を示し、ASPは非球面であることを示してある。

(6)

	9			10	
12:	-17.85	0.20			
13:	-143.17	4.47	1.83400	37.3	レンズL44
14:	-29.84	d14			
15:	76.62	5.04	1.83500	43.0	レンズL51
16:	-70.92	5.29			
17:	inf	29.20	1.51680	64.2	プリズム
18:	inf				
面2 (レンズL11) の非球面計数					
K=0.00000					
A=-0.145800×10 ⁻⁴ B=-0.558070×10 ⁻⁷					
C=0.615709×10 ⁻¹⁰ , D=-0.119603×10 ⁻¹¹					
ただし、非球面式は次の通りである。					
$x = (y^2/r) / [1 + \{1 - (1+K)(y^2/r^2)\}^{1/2}]$ $+ Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10} \dots (3)$					
	広角端	中間	望遠端		
f	28.0	30.76	33.6		
Fno	2.0		2.3		
d2	10.92	8.74	6.98		
d4	7.78	5.02	1.81		
d7	7.27	10.53	13.77	20	
d14	0.60	2.28	4.00		

なお、これらのレンズ間隔は、レンズの先端から2.4mの位置に決像したときの数値を示してある。

【0037】本例の投写ズームレンズの諸数値は以下の通りである。

$$\begin{aligned} f_w &= 28.0 \\ f_1 &= -37.36 \\ f_2 &= 38.13 \\ f_{w12} &= 145.66 \\ L &= 60.54 \\ Bf_w &= 31.99 \quad (\text{空气中}) \end{aligned}$$

上記の式(A)、(B)および(C)に定義したパラメータは以下になる。

$$\begin{aligned} \text{式(A)} \quad f_{w12}/f_w &= 5.2 \\ \text{式(B)} \quad L/f_2 &= 1.59 \\ \text{式(C)} \quad f_1/f_2 &= 0.98 \end{aligned}$$

本例の投写用ズームレンズ1は、最もスクリーン側のレンズL11の径は30mm程度と非常に小さく、さらに、ズームレンズ1の全長も60mm程度と非常に小さい。しかしながら、上述したように、このようなコンパクトなズームレンズでありながら、倍率(ズーム比)が1.2倍であり、広角端においてFナンバーがほぼ2と非常に明るいズームレンズとなっている。さらに、図2ないし図5に示すように、諸収差も非常に良好に補正されており、明るく明瞭で大きな画像を投写することができる。

【0038】図2に、この投写用ズームレンズの広角端(a)、望遠端(c)および中間(b)における球面収差、非点収差および歪曲収差を示してある。さらに、図3ないし図5に広角端(図3)、望遠端(図5)および

中間(図4)における球面収差を横収差図により示してある。球面収差は、620.0nm(破線)、550.0nm(実線)および470.0nm(一点鎖線)の各波長における収差を示している。また、非点収差横収差図においては、タンジェンシャル光線(T)およびサジタル光線(S)の収差をそれぞれ示してある。

【0039】これらの図に示してあるように、本例の投写用ズームレンズ5の縦収差は、広角端から望遠端にわたり、ほぼ±0.1mm程度の範囲に入り、この収差性能は従来のテレセントリックタイプの投写用ズームレンズで、10数枚構成の高性能なズームレンズ以上である。したがって、本例の投写用ズームレンズは、上記のように非常にコンパクトであり、さらに、全体が9枚構成と簡易なレンズ構成であるにも関わらず、その収差性能が非常に優れていることが判る。また、倍率色収差、歪曲収差においても縦収差と同様に従来の10数枚構成のズームレンズに勝るとも劣らないものである。さらに、横収差は広角端から望遠端にわたり、ほぼ±0.03mm程度の範囲に入る。したがって、横収差性能も非常に良く、コマ収差の影響によるフレア(コマフレア)がほとんど表れない性能の良い投写用ズームレンズとなっている。

【0040】したがって、本例の投写用ズームレンズは、上述したようなレンズ構成で、さらに、レンズ群のパワーのバランスが式(A)、式(B)および式(C)の各条件を満足するものである。このため、ズーム領域全体にわたり良好な収差補正がなされている。そして、広角で明るい、バックフォーカスBf_wも十分に大きく、入射側がテレセントリックの投写用ズームレンズで

(7)

11

ある。したがって、本例の投写用ズームレンズ1は、液晶パネルあるいはDMDをライトバルブとし、ダイクロイックプリズムあるいはTIRプリズムなどをカラー画像を生成するためにプロジェクタ装置に適しており、これらのプロジェクタ装置全体を非常に薄くコンパクトに纏めることが可能となる。また、本例の投写用ズームレンズは入射側がテレセントリックであるので光線の方向による依存性が少ない。したがって、ダイクロイックプリズムに限らず、その他のプリズムなどの角度依存性のある光学素子を用いて投写用の映像を合成あるいは形成して供給する画像形成装置を備えたプロジェクタ装置にも適しており、そのようなプロジェクタ装置を携帯可能なサイズに纏めることが可能となる。

【0041】【実施例2】図6に、本発明の実施例2に係る投写用ズームレンズ1を用いたプロジェクタの光*

レンズデータ (No. 2)

i	ri	di	ni	vi	
1:	194.50	1.50	1.48749	70.4	レンズL 1 1
2:	17.32 (ASP)	d2			
3:	27.27	4.05	1.71736	29.5	レンズL 2 1
4:	652.44	d4			
5:	46.75	4.20	1.72342	38.0	レンズL 3 1
6:	-34.68	1.30	1.74077	27.8	レンズL 3 2
7:	200.04	d7			
8:	22.72	3.00	1.49700	81.6	レンズL 4 1
9:	172.92	1.30	1.74077	27.8	レンズL 4 2
10:	21.30	4.20			
11:	-14.19	1.20	1.84666	23.8	レンズL 4 3
12:	52.11	7.20	1.49700	81.6	レンズL 4 4
13:	-18.36	0.20	30		
14:	-373.88	4.45	1.83500	43.0	レンズL 4 5
15:	-34.22	d15			
16:	66.55	4.85	1.80518	25.5	レンズL 5 1
17:	-101.05	5.00			
18:	inf	30.00	1.51680	64.2	プリズム
19:	inf				

本例の投写用ズームレンズ1も第1のレンズ群G1を構成するレンズL11の入射側の面2が非球面になってお※

K=0.00000

A=-0.132099×10⁻⁴ 40 B=-0.523408×10⁻⁷

C=0.118988×10⁻⁹ , D=-0.911028×10⁻¹²

ただし、非球面式は上記式(3)の通りである。

【0043】広角、中間および望遠端における移動距離などは次の通りである。

【0044】

	広角端	中間	望遠端
f	28.0	31.04	33.6
Fno	2.0		2.3
d2	14.83	12.12	10.23
d4	8.02	4.86	1.81
d7	3.69	7.05	9.88
d15	0.80	3.30	5.42

また、これらのレンズ間隔は、レンズの先端から2.4mの位置に決像したときの数値を示してある。

12

* 学系を示してある。図6には、図1と同様に広角端、中間および望遠端における各レンズ配置を中心として示してある。本例の投写用ズームレンズ1も、スクリーン9の側から5つのレンズ群G1、G2、G3、G4およびG5にグループ化された12枚のレンズL11~L51により構成されている。それぞれのレンズデータは以下に示した通りである。本例の投写用ズームレンズ1の各レンズ群の構成は、上述した例とほぼ同じであるが、第4のレンズ群G4の最もスクリーン側のレンズをダブルットに代えて第4のレンズ群G4を5枚構成にしている。このため、本例の投写用ズームレンズ1は全部で10枚のレンズにより構成されている。

【0042】なお、以下のレンズデータおよび諸収差図は先の実施例1と同様の方法で示している。

(8)

13

【0045】本例の投写ズームレンズの諸数値は以下の通りである。

$$f_w = 28.0$$

$$f_1 = -38.99$$

$$f_2 = 39.28$$

$$f_{w12} = 106.84$$

$$L = 64.79$$

$$Bf_w = 30.89 \quad (\text{空气中})$$

上記の式(A)、(B)および(C)に定義したパラメータは以下のようになる。

$$\text{式(A)} \quad f_{w12}/f_w = 3.81$$

$$\text{式(B)} \quad L/f_2 = 1.65$$

$$\text{式(C)} \quad f_1/f_2 = 0.99$$

本例の投写用ズームレンズ1は、最もスクリーン側のレンズL11の径は30mm程度と非常に小さく、さらに、ズームレンズ1の全長Lも65mm程度と非常に小さい。そして、本例のズームレンズもコンパクトなズームレンズでありながら、倍率(ズーム比)が1.2倍であり、広角端においてFナンバーがほぼ2と非常に明るいズームレンズとなっている。さらに、図7ないし図10に示すように、諸収差も非常に良好に補正されており、明るく明瞭で大きな画像を投写することができる。

【0046】図7に、この投写用ズームレンズの広角端(a)、望遠端(c)および中間(b)における球面収差、非点収差および歪曲収差を示してある。さらに、図8ないし図10に広角端(図8)、望遠端(図10)および中間(図9)における球面収差を横収差図により示してある。これらの図に示してあるように、本例の投写用ズームレンズ5の縦収差は、広角端から望遠端にわたり、ほぼ±0.1mm以内の範囲にはいり、上記のズームレンズに対し、さらに収差性能の良いレンズとなっている。また、また、横収差は広角端から望遠端にわたり、ほぼ±0.02mm程度の範囲に入る。したがって、横収差性能も非常に良く、本例のズームレンズ1においてもコマ収差の影響によるフレア(コマフレア)がほとんど表れない性能の良い投写用ズームレンズとなっている。

【0047】これらの実施の形態で説明したように、本例の投写用ズームレンズは最もスクリーン側に位置する第1のレンズ群G1を構成するレンズL11の入射側を非球面とした5群構成のズームレンズであり、全体の構成枚数が9から10枚と少ないにも関わらず、非常に収差性能の良く、さらに、入射側がテレセントリックとなったズームレンズである。さらに、投写用ズームレンズ全体のサイズが直径30mm程度、長さ60から65mm程度と非常にコンパクトになる。これらの例では最もスクリーン側のレンズの一面だけを非球面にしてあるが、両面を非球面にすることももちろん可能である。しかしながら、一方の面を非球面化することにより、このようにコンパクトで高性能のズームレンズを提供できる

14

ので、経済性を考慮すると一方の面、特に、面積の小さな入射側を非球面化することにより十分な効果を得ることができる。

【0048】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の投写用ズームレンズは、最もスクリーン側に位置するフォーカシングレンズの少なくとも一面を非球面にすることにより、少ないレンズ構成で効率良く収差補正を行うことができる。したがって、収差性能および決像性能の良いズームレンズを得ることができる。特に、負、正、正、負および正の5群のレンズを配置した入力側がテレセントリックとなったズームレンズにより、口径が30mm程度で、長さが60から65mm程度と非常にコンパクトなズームレンズを実現することが可能となり、その決像性能は、従来の大口径で10数枚構成の大型で高性能の投写用ズームレンズに勝るとも劣らないものとなる。さらに、構成枚数を削減可能にすることにより、コンパクトになると共に、経済的になり、重量も削減でき、さらに透過率が高く明るい投写用ズームレンズを提供できる。また、画角も十分に大きく、周辺光量比も十分に確保できる。

【0049】さらに、第1および第2のレンズ群のパワー配分を適切な範囲にすることにより、いっそうコンパクトで収差性能も非常に良好な投写用ズームレンズを実現している。したがって、本発明の投写用ズームレンズを採用することにより、明るく高解像度の画像を投写することができるプロジェクタ装置を提供できる。そして、プロジェクタ装置は、大変にコンパクトに纏めることが可能であり、本格的な携帯型のプロジェクタ装置として提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る投写用ズームレンズシステムおよびプロジェクタ装置の構成を示す図であり、広角端(a)、望遠端(c)および中間(b)の各状態におけるレンズの配置を示す図である。

【図2】図1に示すレンズシステムの縦収差図であり、広角端(a)、望遠端(c)および中間(b)の各状態の収差を示す図である。

【図3】実施例1のレンズの横収差図であり、広角端における収差を示す図である。

【図4】実施例1のレンズの横収差図であり、中間における収差を示す図である。

【図5】実施例1のレンズの横収差図であり、望遠端における収差を示す図である。

【図6】本発明の実施例2に係る投写用ズームレンズの構成を示す図であり、広角端(a)、望遠端(c)および中間(b)の各状態におけるレンズの配置を示す図である。

【図7】実施例2のレンズの縦収差図であり、広角端(a)、望遠端(c)および中間(b)の各状態の収差

(9)

15

を示す図である。

【図8】実施例2のレンズの横収差図であり、広角端における収差を示す図である。

【図9】実施例2のレンズの横収差図であり、中間における収差を示す図である。

【図10】実施例2のレンズの横収差図であり、望遠端における収差を示す図である。

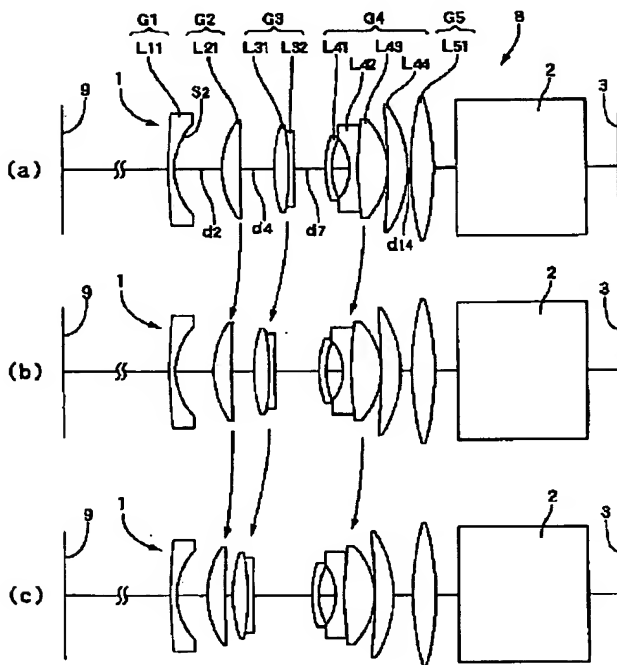
【図11】3板式のプロジェクト装置の概略構成を示す図である。

16

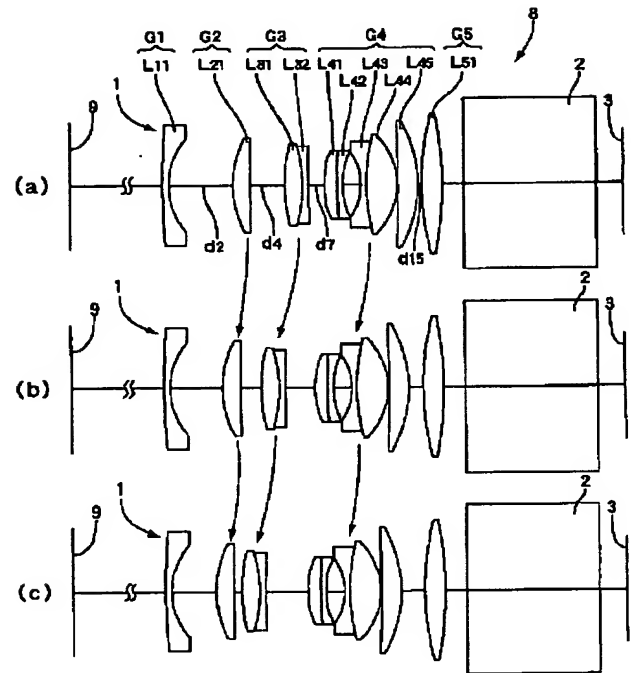
【符号の説明】

- 1 投写用ズームレンズシステム
- 2 ダイクロイックプリズム
- 3 LCD
- 6 光源
- 7 画像形成装置
- 8 プロジェクタ装置
- 9 スクリーン

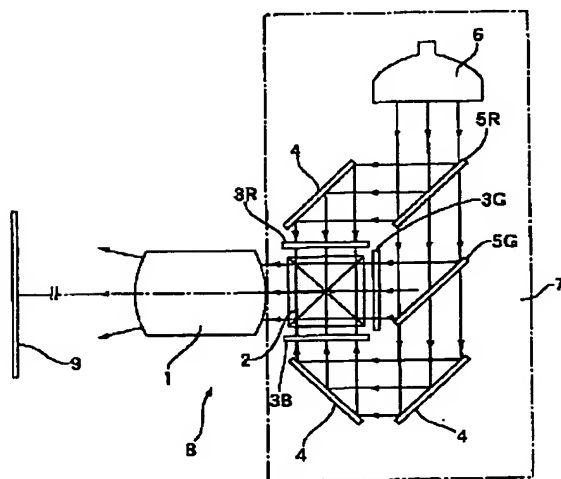
【図1】



【図6】

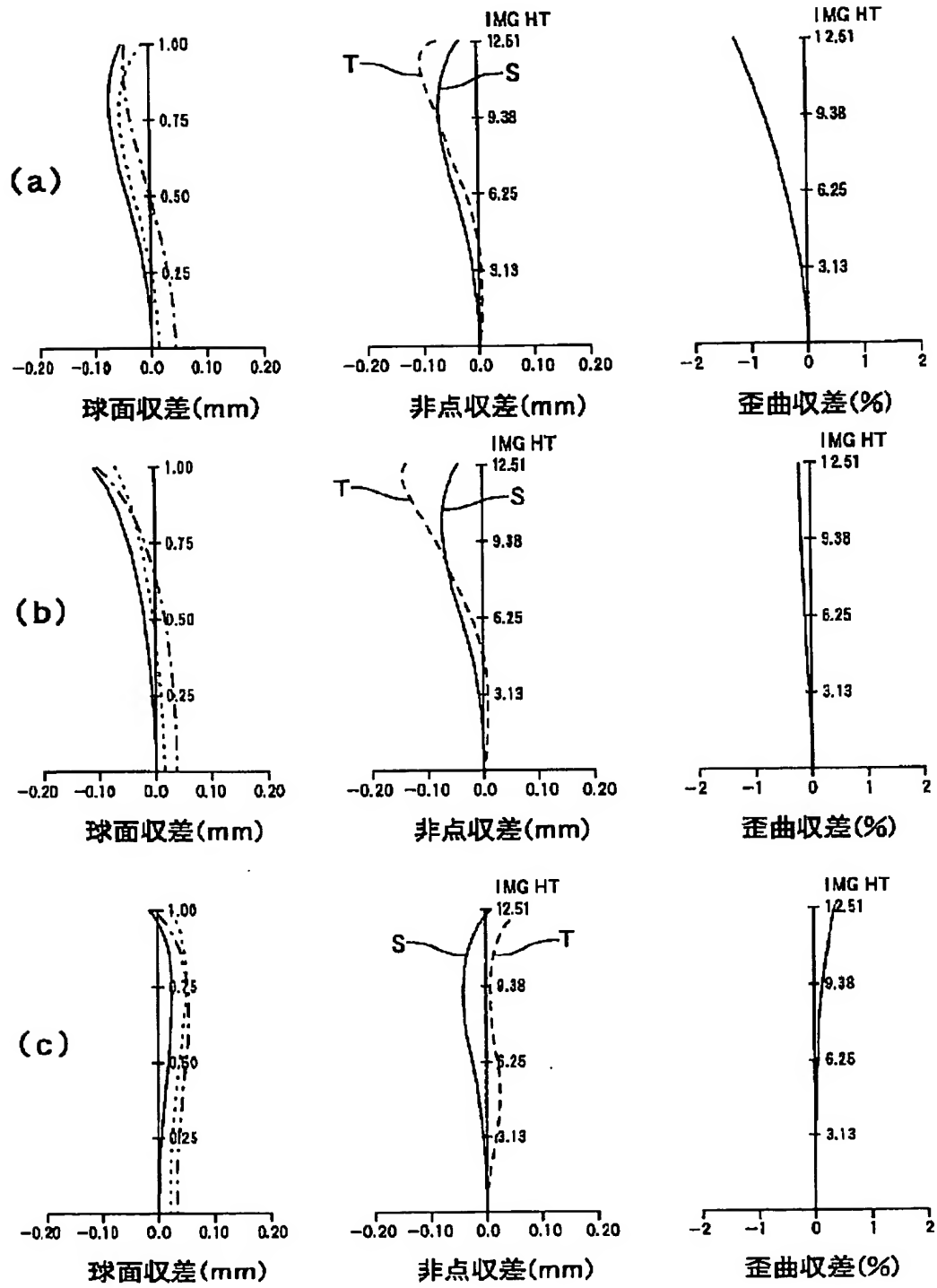


【図11】



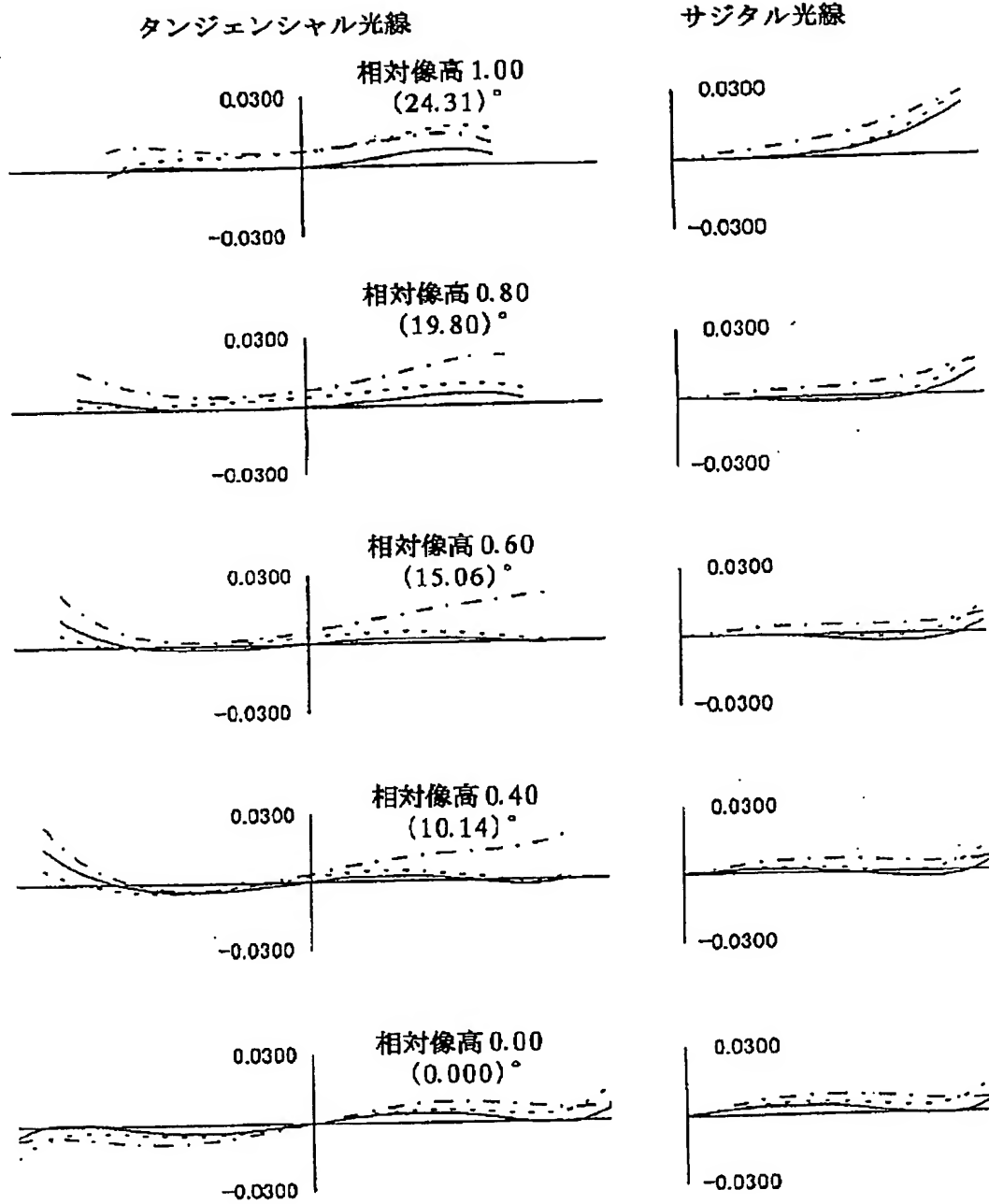
(10)

【図2】



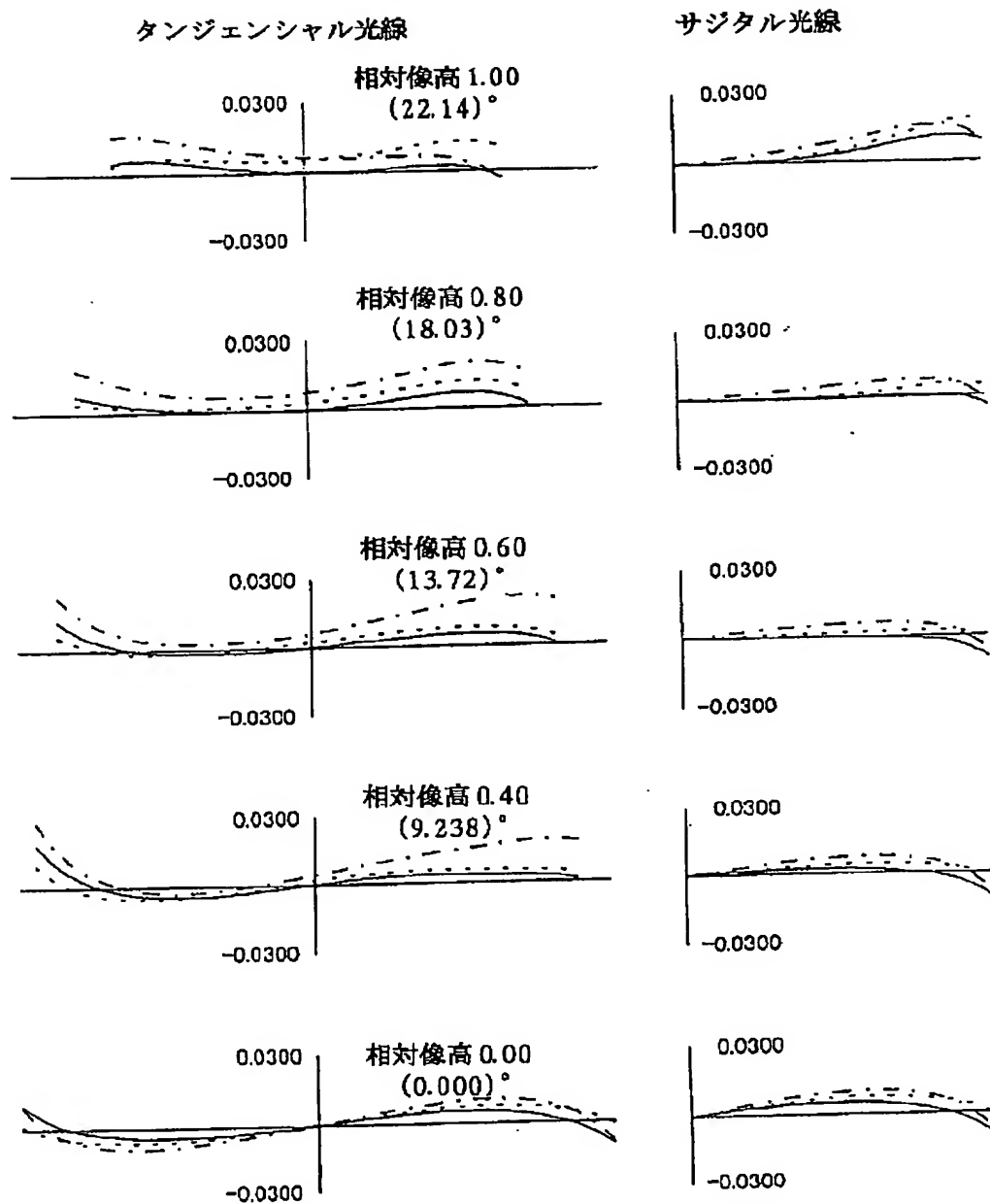
(11)

【図3】



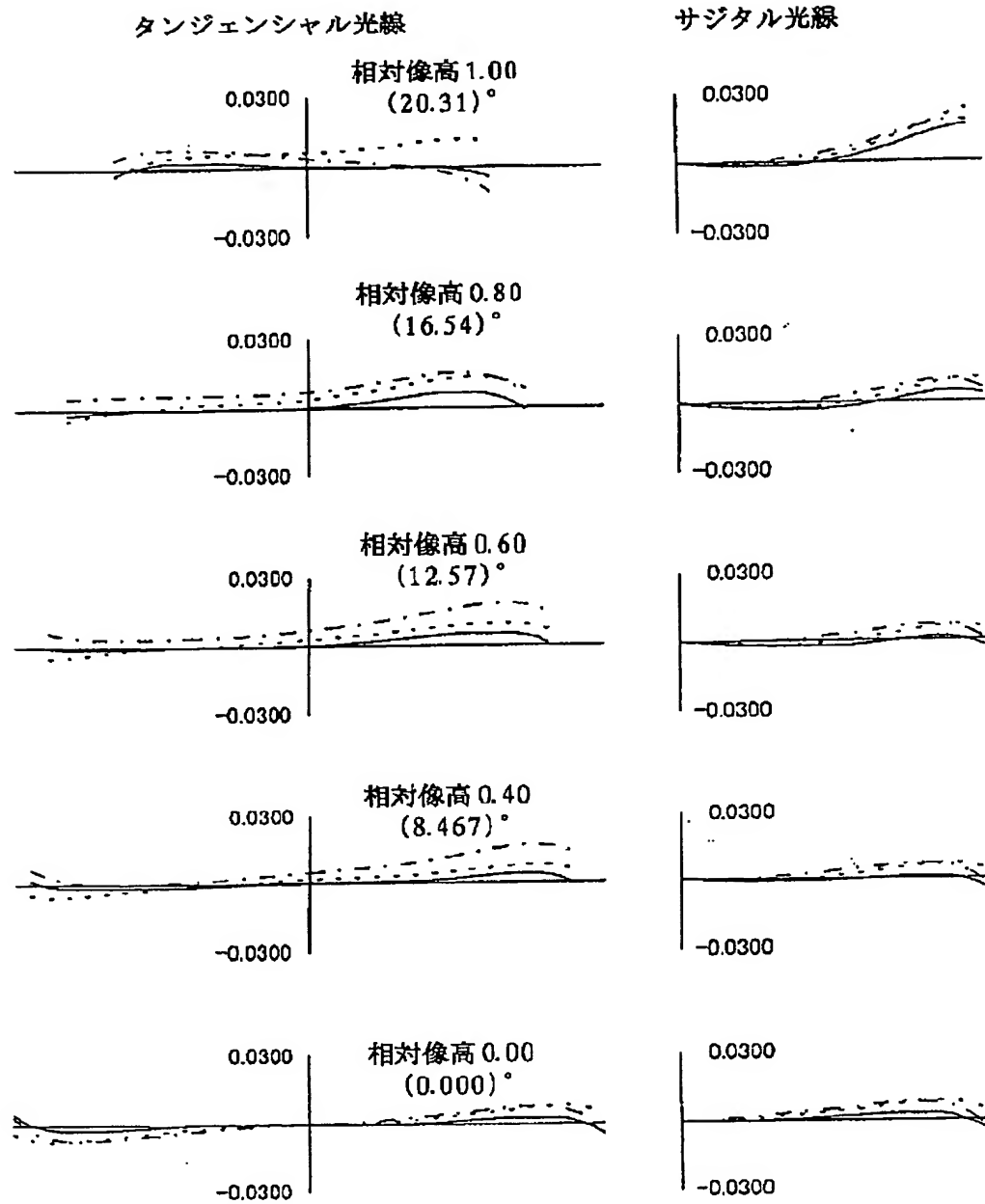
(12)

【図4】



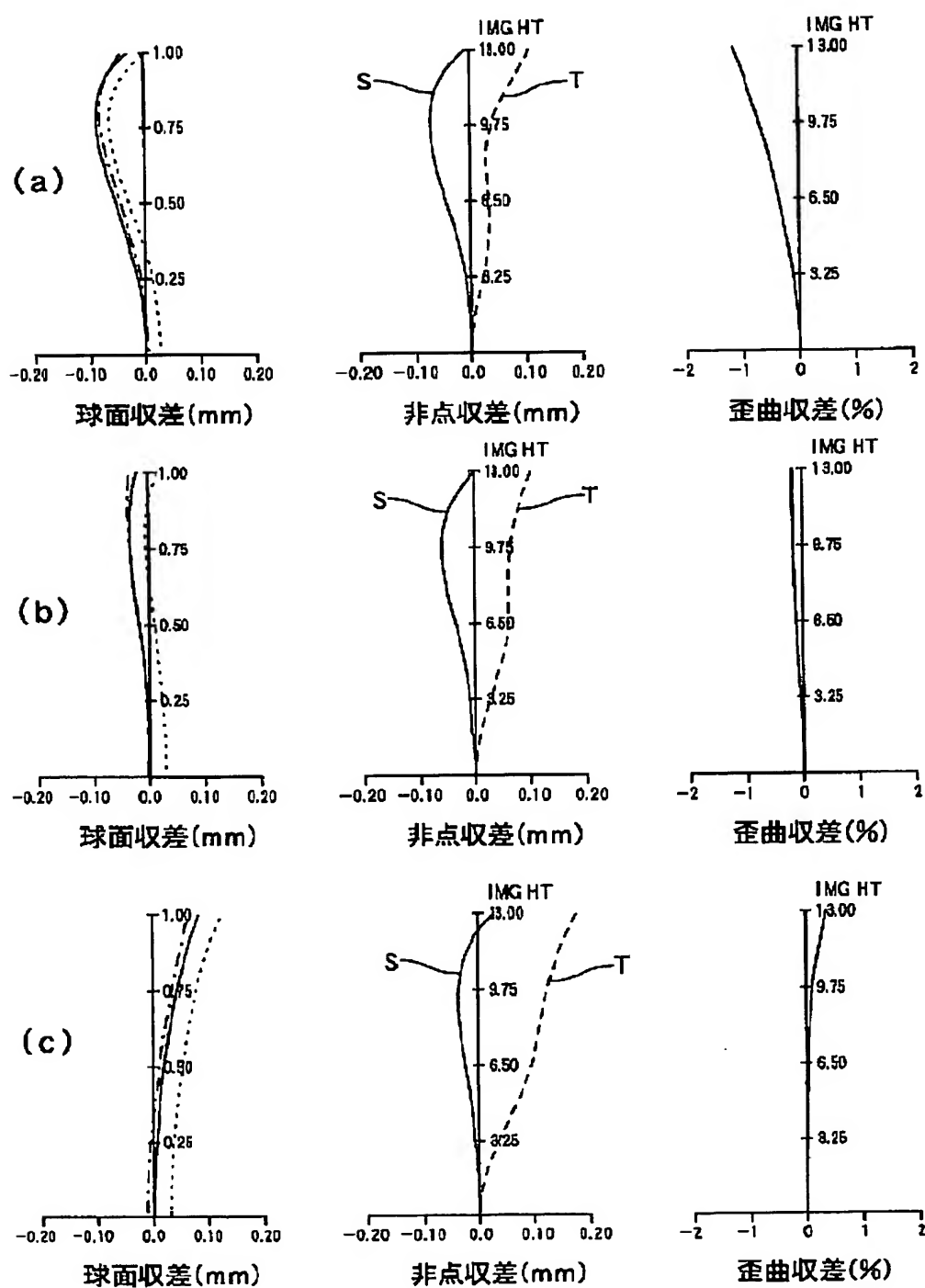
(13)

【図5】



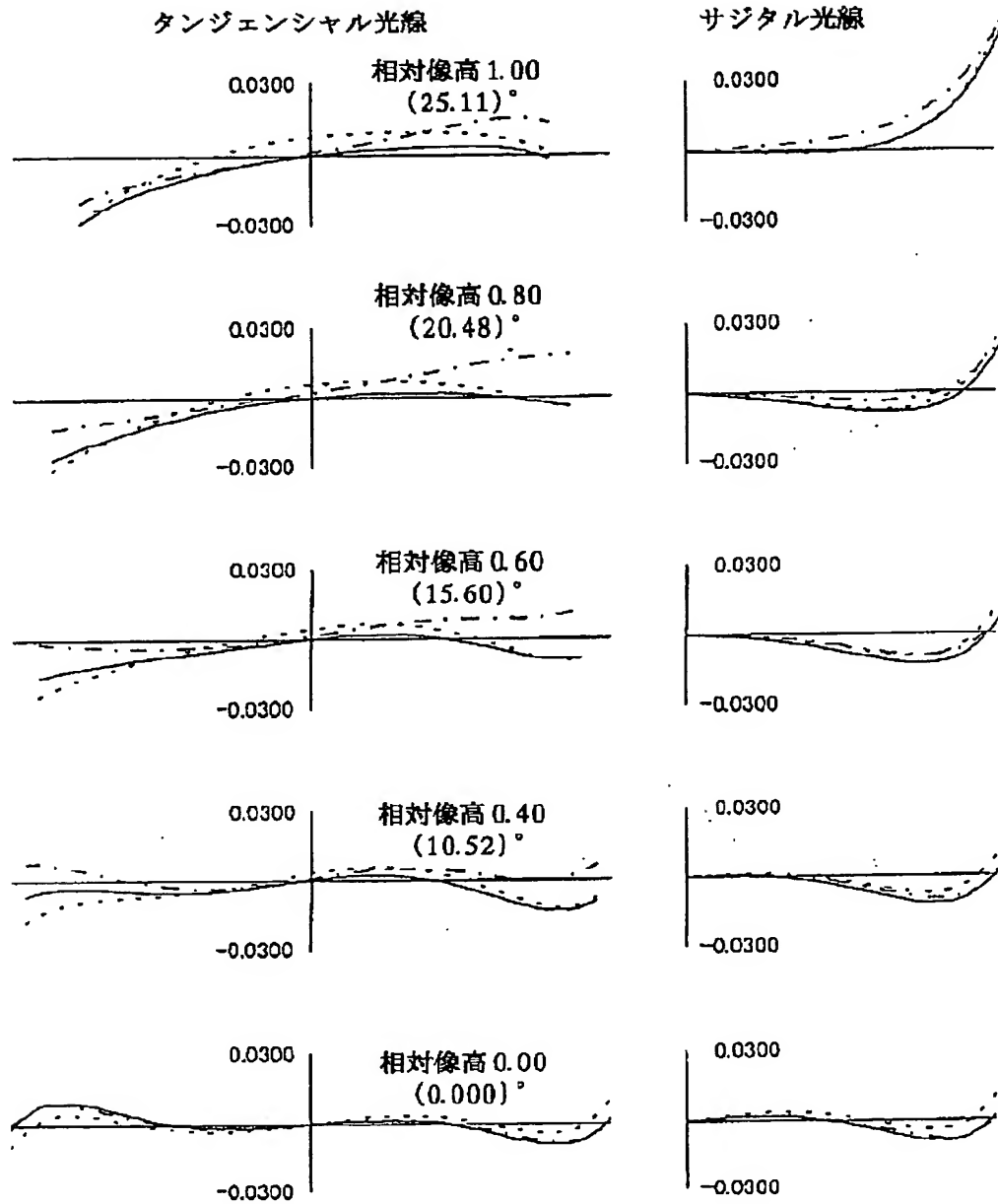
(14)

【図7】



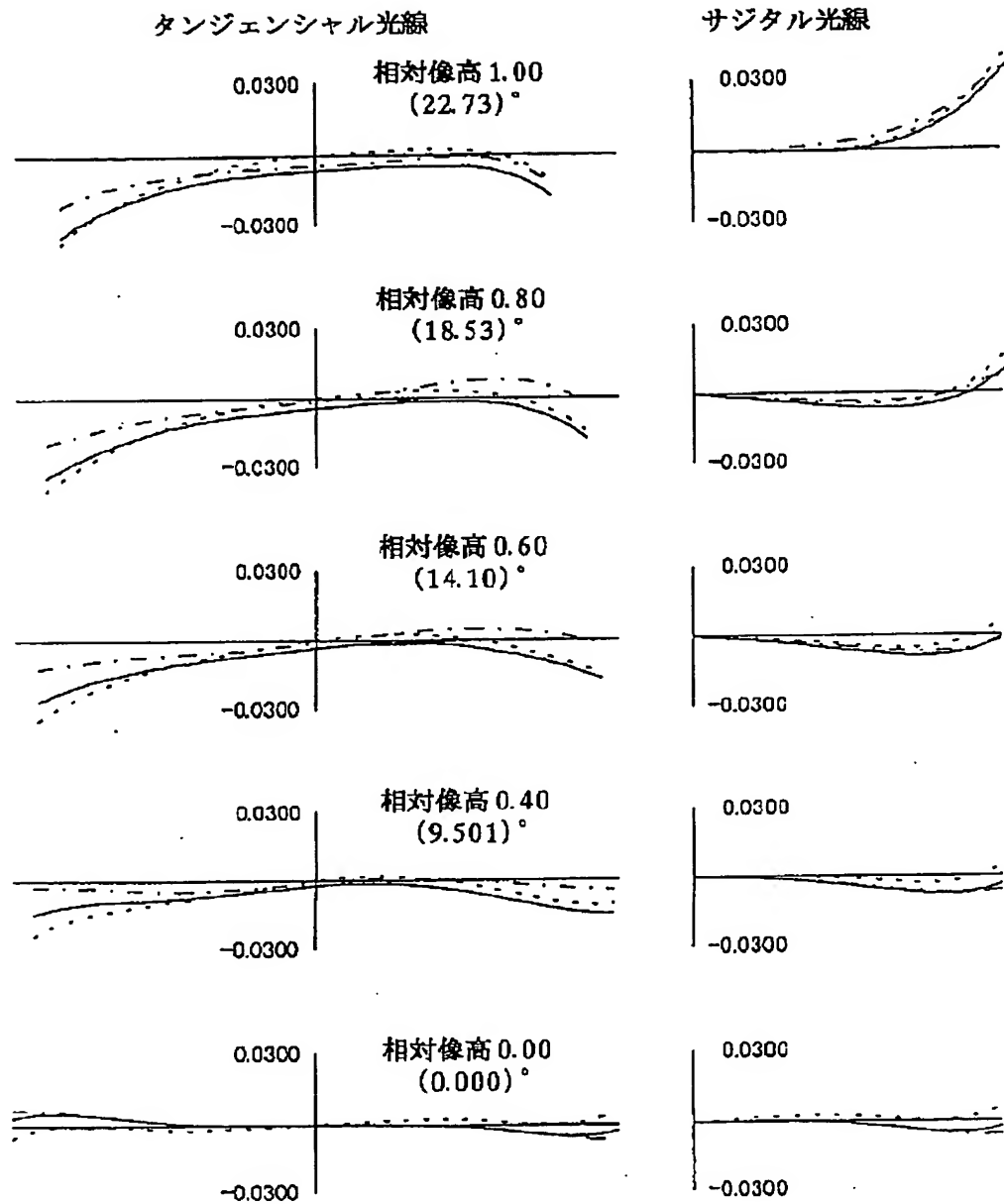
(15)

【図8】



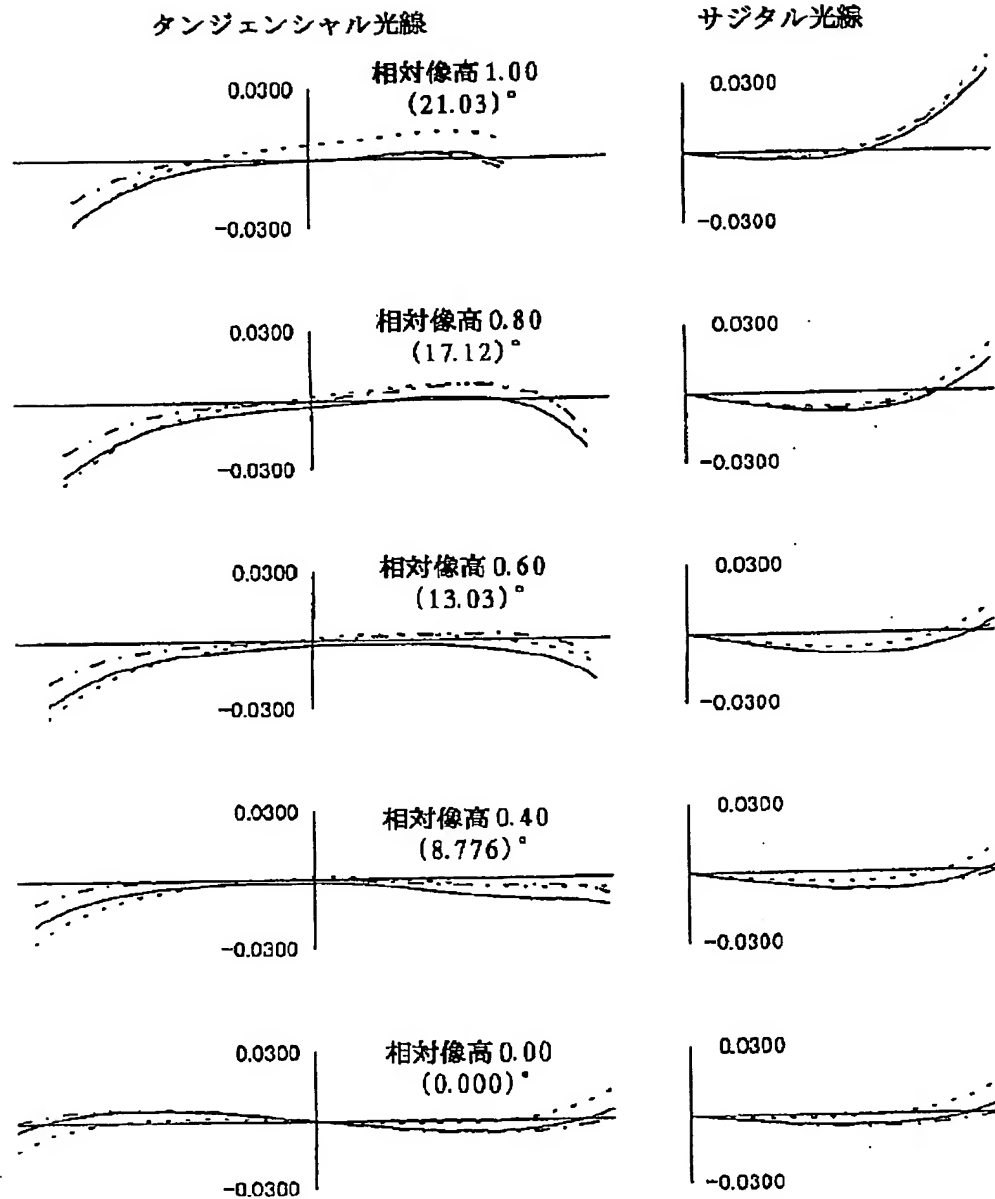
(16)

【図9】



(17)

【図10】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA06 KA07 NA02 PA07 PA19
 PA20 PB09 PB10 QA02 QA07
 QA17 QA21 QA25 QA34 QA41
 QA45 RA05 RA12 RA41 RA45
 SA44 SA46 SA49 SA53 SA55
 SB02 SB12 SB23 SB35 SB36
 SB42

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The zoom lens for projection which has two or more lens groups from which an incidence side is the zoom lens for projection which became a tele cent rucksack mostly, and a rear-spring-supporter motion differs in a tele edge from a wide angle edge, and is characterized by one [at least] field of those lenses that constitute the 1st lens group by the side of a screen most being the aspheric surface.

[Claim 2] It is the zoom lens for projection said whose 1st lens group is an one-sheet configuration in claim 1.

[Claim 3] claim 1 -- setting -- the zoom lens for projection of said 1st lens group whose lens by the side of a screen is a meniscus lens of the negative refractive power of a convex most at a screen side.

[Claim 4] In claim 1 sequentially from a screen side Said 1st lens group of negative refractive power, The 2nd lens group of forward refractive power, the 3rd lens group of forward refractive power, and the 4th lens group of negative refractive power, It is the zoom lens for projection in which zooming is possible by having the 5th lens group of forward refractive power, fixing said 1st and 5th lens groups, and moving the said 2nd, 3rd, and 4th lens groups.

[Claim 5] The zoom lens for projection with which the synthetic focal distance fw_{12} in the wide angle edge of said 1st and 2nd lens groups and the synthetic focal distance fw in the wide angle edge of this zoom lens for projection fill the following formula in claim 4.

$3 < fw_{12}/fw$ -- [Claim 6] The zoom lens for projection with which the overall length L of this zoom lens for projection and the focal distance f_2 of said 2nd lens group fill the following formula in claim 4.

$1.4 < L/f_2 < 1.8$ -- [Claim 7] The zoom lens for projection with which the focal distance f_1 of said 1st lens group and the focal distance f_2 of said 2nd lens group fill the following formula in claim 4.

$0.8 < |f_1/f_2| < 1.3$ -- [Claim 8] Projector equipment which has a zoom lens for projection according to claim 1 to 7, and image formation equipment which can supply the image for projection to the incidence side of this zoom lens for projection.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the zoom lens for projection of the projector equipment which carries out amplification projection of the image displayed on the light valve at a screen.

[0002]

[Description of the Prior Art] The outline configuration of the liquid crystal projector of 3 plate type general to drawing 11 is shown. The zoom lens 1 for projection which projects the image with which the image was supplied to the projector equipment 8 in which amplification projection on a screen etc. is possible from the incidence side toward a screen, and this zoom lens 1 for projection are equipped with the image formation equipment 7 which supplies an image. In the projector equipment 8 which the liquid crystal panel 3 is adopted as a light valve of image formation equipment 7 in the case of liquid crystal projector equipment, and was shown in drawing 11 It has the source 6 of the white light, the dichroic mirrors 5R and 5G which separate the color of the light emitted from this light source 6, and the liquid crystal panels 3B, 3G, and 3R which are the transparency mold display media (light valve) which form the image of red and each color whose color was separated green and blue. After it is led to a dichroic prism 2 and color composition is carried out by the reflective mirror 4, incidence of the image for projection formed with these liquid crystal panels 3B, 3G, and 3R is carried out to the lens 1 for projection. And the image displayed on each liquid crystal light valves 3B, 3G, and 3R is expanded and compounded, and image formation is carried out on a screen 9.

[0003] In order to insert a dichroic prism 2, a long back focus is required for the zoom lens for projection (the object for projection, the object for projection, or for projections) used for such a liquid crystal projector. namely, -- since the dependency of a spectral characteristic top and an incident angle is [the dichroic prism] large -- the configuration by the side of a liquid crystal panel -- a tele cent -- it must be made a rucksack beam of light. Moreover, so greatly [the viewing angle of a liquid crystal panel], when using not only the image formation equipment of the above-mentioned 3 plate type but a liquid crystal light valve, since the angular dependence of image quality is large, it is desirable [the incidence side of the lens for projection] that it is a tele cent rucksack.

[0004] In recent years, instead of the liquid crystal panel, equipment equipped with two or more components which change the reflective direction of light mechanically using a micro machine technique, and form an image is put in practical use. DMD (a digital mirror device, a foil deformation device, or display) which displays an image is one of them by making a very small mirror plane component (micro mirror) correspond to a pixel, arranging in the shape of an array, and controlling the include angle of each mirror plane. The image formation equipment which constitutes a pixel from this micro mirror has a speed of response quicker than a liquid crystal panel, since a bright image is obtained, is small and suitable for realizing high brightness and a high-definition projector.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although examination which miniaturizes a projector further and is made into mobile possible size with a personal computer etc. is carried out, for that purpose, in

addition to the miniaturization of the panel size of a light valve, the optical system of a projection lens etc. also needs to be miniaturized. However, between light valves, such as a liquid crystal panel, and a projection lens, since the dichroic prism is arranged, a back focus is needed in 3 plate type projector, for a long time. In connection with it, the lens length of a projection lens also becomes long and the whole optical system does not become small.

[0006] Moreover, the big projection lens of a field angle is required as the ability of the image projected on a screen to be enlarged, therefore the lens of the diameter of macrostomia and what has the biggest aperture as a lens by the side of a screen are used especially. This also disagrees with miniaturizing optical system. moreover -- for enlarging aperture and raising and a circumference quantity of light ratio also enlarging the aberration engine performance further -- many -- a projection lens needs to consist of several lenses. However, by using many lenses, permeability falls as the whole projection lens, weight also becomes heavy and cost goes up further.

[0007] Then, in this invention, a lens configuration is simplified, and while it is compact and sufficient back focus needed for a projector is secured further, permeability is high and it aims at offering a zoom lens [that it is highly efficient and low cost].

[0008]

[Means for Solving the Problem] For this reason, a lens configuration is simplified, and it is still compacter and enables it to realize a powerful zoom lens in this invention by [which constitute the zoom lens for projection, or the zoom lens system for projection] making one field of the lenses by the side of a screen into the aspheric surface most. That is, an incidence side is the zoom lens for projection which became a tele cent rucksack mostly, and the zoom lens for projection of this invention has two or more lens groups from which a rear-spring-supporter motion differs in a tele edge from a wide angle edge, and is characterized by one [at least] field of those lenses that constitute the 1st lens group by the side of a screen most being the aspheric surface.

[0009] In order [, such as aberration engine performance] to improve, adopting the lens of the aspheric surface is performed from the former. however, the medium among two or more lens groups which constitute a lens with the smallest aperture, for example, a projection lens, in order to make the cost rise by making it the aspheric surface as small as possible -- or the lens by the side of a light valve is most made into the aspheric surface. On the other hand, in the zoom lens for projection of this invention, even if there are few lenses which are most located in a screen side and with which aperture becomes large, one of fields is made into the aspheric surface. Most, since, as for the lens by the side of a screen, aperture becomes large, the consistency of the beam of light for projection becomes the smallest. Therefore, if it is a lens by the side of a screen most, it will become easy to set up the aspheric surface which can amend appropriately each beam of light which passes it, and delicate amendment can also be made easy. For this reason, since the load of other lens groups which constitute the zoom lens for projection can be made small, the number of sheets of the lens which constitutes each lens group can be lessened, and the configuration of the zoom lens for projection can be simplified. Furthermore, the cost rise when being able to make small most aperture of the lens by the side of a screen, and making the lens into the aspheric surface to which it becomes possible to which to shorten the overall length of the zoom lens for projection, and aperture becomes large most can be prevented by simplifying the configuration of the zoom lens for projection.

[0010] Moreover, since aberration amendment can be performed good by adopting the aspheric surface as the 1st lens group, it becomes possible to consider the 1st lens group as an one-sheet configuration. And the 1st lens group becomes possible [reducing cost] by making into min the number of sheets of the lens which constitutes it, although aperture becomes cost high greatly. Furthermore, since the number of sheets of a lens with big aperture is reducible, the effectiveness which shortens the overall length of the zoom lens for projection is large. Moreover, by reducing the number of sheets of a lens, the permeability of the zoom lens for projection becomes high, and a bright zoom lens can be offered.

[0011] Furthermore, the thing of the 1st lens group for which the lens by the side of a screen is most made into a screen side at the meniscus lens of the negative refractive power of a convex is desirable. By adopting a negative meniscus lens, even if it makes the diameter of a lens small, a field angle can be

secured widely, and a circumference quantity of light ratio can also be secured. Therefore, while being able to prevent the cost rise by aspheric-surface-izing, aperture of other lens groups following the 1st lens group can be made small. For this reason, while being able to make the whole zoom lens for projection thin in a minor diameter, it is bright and the lens suitable for projecting the image of high resolution can be offered by low cost.

[0012] With the zoom lens for projection of this invention, it goes to an incidence side (cutback side) from a screen side (amplification side) further, and is negative-forward-forward-negative. - Constituting by five forward lens groups is desirable. Sequentially from a screen side, namely, the 1st lens group of negative refractive power, The 2nd lens group of forward refractive power, the 3rd lens group of forward refractive power, and the 4th lens group of negative refractive power, It is desirable by having the 5th lens group of forward refractive power, fixing the 1st and 5th lens groups, and moving the 2nd, 3rd, and 4th lens groups to make zooming possible. since it becomes a retro focus mold fundamentally by making it arrangement of such refractive power -- a very long back focus -- securable -- an incidence side -- a tele cent rucksack -- or the lens for projection of the condition very near it can be formed. Moreover, since the 1st lens group is negative power, the f number is small, is bright and can realize the large wide angle zoom lens for projection of a field angle further. Furthermore, when the 2nd and 3rd lens groups enable it to move independently, the aberration engine performance is good and the small zoom lens for projection can be realized.

[0013] Furthermore, in this invention, as mentioned above, since the lens by the side of a screen is most made into the aspheric surface, it is easy to improve the aberration engine performance. For this reason, the zoom lens for projection of five groups with the high aberration engine performance is realizable with the simple lens configuration of nine to about ten sheets in all. Moreover, since lens number of sheets can be lessened, it can improve and lens length can also shorten the permeability of the zoom lens for projection. Furthermore, it becomes lightweight and a manufacturing cost can also be lowered.

[0014] Therefore, the projector [which can project a bright clear image] equipment which was compact and was suitable for the cellular phone can be offered by combining the zoom lens for projection of this invention, and the image formation equipment which can supply the image for projection to the incidence side of this zoom lens for projection.

[0015] Furthermore, the f number can offer the zoom lens for projection of the diameter of macrostomia by holding down a zoom ratio to about 1.2 times with the compact which is about two.

[0016] In the zoom lens for projection of this invention, it is still compacter, and in order to offer what has many good aberration engine performance, it is desirable for the synthetic focal distance fw_{12} in the wide angle edge of the 1st and 2nd lens groups and the synthetic focal distance fw in the wide angle edge of the zoom lens for projection to fulfill the conditions of the following formula (A).

[0017] $3 < fw_{12}/fw \dots (A)$

If the focal distance fw_{12} of composition of the 1st and 2nd lens groups is less than the above-mentioned value, the power of the 1st and 2nd lens groups will be too strong, amendment of the distortion aberration in a wide angle edge will become imperfection, and distortion will occur.

[0018] Moreover, it is desirable for the overall length L of the zoom lens for projection and the focal distance f_2 of the lens group of an account 2nd to fill the following formula (B).

[0019] $1.4 < L/f_2 < 1.8 \dots (B)$

The lens length of the whole zoom lens for projection is mostly determined by the focal distance of the 2nd lens group which is one of the main variable power groups. Although the overall length of a zoom lens becomes short, it becomes impossible to suppress generating of comatic aberration, if less than the minimum of a formula (B). On the other hand, although comatic aberration will become very small if the upper limit of a formula (B) is exceeded, lens length becomes long and a miniaturization is difficult.

[0020] Furthermore, the focal distance f_1 of the 1st lens group and the focal distance f_2 of the 2nd lens group are important also for filling the following formula (C).

[0021]

$0.8 < |f_1/f_2| < 1.3 \dots (C)$

If the upper limit of a formula (C) is exceeded, a back focus Bf becomes short and is not suitable as a

lens for projectors (lens for projection). Although a back focus Bf will become long if less than the minimum of a formula (C), it becomes impossible on the other hand, to suppress generating of comatic aberration.

[0022]

[Embodiment of the Invention] The optical system of the projector using the zoom lens system 1 for projection (zoom lens for projection) applied to the example 1 of this invention at [example 1] drawing 1 is shown. This projector 8 explains the whole configuration based on drawing 11 previously, and the image formed with the liquid crystal panel 3 of each color is compounded with a dichroic prism 2. And incidence of the compounded image is carried out to the zoom lens 1 for projection, and it is projected on a screen 9.

[0023] Arrangement of each lens in each condition of the zoom lens 1 for projection is shown in drawing 1. Drawing 1 (a) is arrangement of each lens in the wide angle edge which is in the condition which carries out an enlarged display, and drawing 1 (c) has shown the tele edge which is reference condition, and arrangement [in / further / in drawing 1 (b) / those medium]. The zoom lens 1 for projection of this example is constituted from the screen 9 side by five lens groups G1 and G2, G3, and nine lenses L11-L51 by which grouping was carried out to G4 and G5. The detail of each lens is as having been shown below. And it is the lens in which zooming is possible from a wide angle edge to a tele edge further the distance d7 of the distance [of the distance / of the 1st and 2nd lens groups / d2, 2nd, and 3rd lens groups] d4, 3rd, and 4th lens groups, and by changing the distance d14 of the 4th and 5th lens groups.

[0024] The 1st lens group G1 by the side of a screen is most constituted by the meniscus lens L11 of the negative power of a convex at the screen side equipped with negative refractive power. Furthermore, the field S2 by the side of the incidence 2 of this lens L11, i.e., a dichroic prism, is the aspheric surface.

[0025] The 2nd lens group G2 is a lens group which moves at the time of zooming, and is constituted by the convex lens equipped with forward refractive power. It is the lens group which 3rd lens group G3 also moves at the time of zooming, the whole is equipped with forward refractive power and consists of negative meniscus lenses L32 of a convex sequentially from a screen side at the positive lens L31 of both convexes, and an incidence side, and it is together put so that these lenses L31 and L32 may serve as a doublet (balsam).

[0026] The 4th lens group G4 is also a lens group which moves at the time of zooming, and is a lens group which the whole equipped with negative refractive power. It consists of forward meniscus lenses L44 of a convex at the negative lens L42 and the convex lens L43, and the incidence side at the incidence side which makes the negative meniscus lens L41 of a convex, and a doublet from a screen side to a screen side at order. The last lens group G5 is constituted by the convex lens L51 in forward refractive power.

[0027] As explained previously, the lens 1 of such negative and the forward one, and 5 forward, negative, and forward group configurations is a lens which combined the retro focus, and is a configuration in which a back focus tends to use an incidence side as a very long tele cent rucksack.

[0028] Furthermore, by making a motion which is different in G5 from these lens groups G1 perform, it is possible to carry out zooming, by this example, the 1st lens group G1 and the 5th lens group G5 are fixed, and the 2nd lens group G2, 3rd lens group G3, and the 4th lens group G4 are moved. Especially, in this example, zooming is carried out by moving the 2nd lens group G2, 3rd lens group G3, and the 4th lens group G4 in the uniform direction from a wide angle edge toward a screen 9 side toward a tele edge.

[0029] the zoom lens 1 for projection of this example performs focusing -- most, the lens L11 by the side of a screen is the one-sheet configuration of the negative meniscus lens of a convex, and is turning the field S2 by the side of incidence on the screen side further in the aspheric surface. First, since the aspheric surface is adopted as a lens L11, aberration can be amended good. The lens L11 by the side of a screen is a lens with the biggest aperture in a zoom lens 1, its area is also especially the largest, and the consistency of the beam of light which passes this becomes the lowest. Therefore, the amendment which suited the situation of each beam of light is easy, and aberration can be amended very good. For this

reason, it becomes possible to consider the 1st lens group as an one-sheet configuration. By considering the 1st lens group G1 with big aperture as an one-sheet configuration, a manufacturing cost can be lowered substantially.

[0030] In order to lower a manufacturing cost conventionally, on the other hand it aspheric-surface-ized the lens with small aperture and the improvement of aberration was in drawing, with the zoom lens of this example, a lens with big aperture is aspheric-surface-ized, and an extensive improvement of aberration is in drawing. Therefore, although the aspheric-surface-ized cost of the lens itself becomes high, since the number of sheets of the lens which constitutes the 1st lens group G1 can be reduced, and the number of sheets of the lens which constitutes other lens groups can be reduced as shown further below, it is the design with on the contrary [in cost] many merits. Thus, with the zoom lens of this invention, it faces adopting the aspheric surface and differs in the way of thinking as the former, and by making the most of the effectiveness of the aspheric surface in a lens with big aperture, aberration amendment is good and has realized the further very compact zoom lens so that this description may explain.

[0031] Constituting the 1st lens group G1 from one lens has many merits besides cost. Although the effect to a lens overall length will also become large if curvature becomes large, since the lens with big aperture is an one-sheet configuration with the zoom lens of this example, effectiveness is to shorten the overall length of a zoom lens. Moreover, by reducing the number of sheets of a lens, the permeability of a lens system can improve and can obtain a bright zoom lens.

[0032] In addition, the lens L11 is made into the negative meniscus lens of a convex by this example at the screen side aspheric-surface-ized. By making it this type of lens, a big field angle is securable to the diameter of a lens. Moreover, it is also the configuration that circumference quantity of light ratio sufficient with the small diameter of a lens is securable. For this reason, very thinly as a small zoom lens for projection, a path is a thin configuration and can realize a zoom lens [it is small, and is bright and wide angle the f number]. Therefore, while aspheric-surface-izing a lens with the biggest aperture, it is possible to make aperture of the lens small, there is a cost merit more, and it has become a compact zoom lens.

[0033] Thus, making the lens L11 of the 1st lens group G1 into the aspheric surface, and improving the aberration engine performance affects not only the 1st lens group but other lens groups. In this example, in the 2nd lens group G2, since two sheets and the 5th lens group G5 can amend aberration very good with the lens L11 of focusing like one sheet, its load to aberration amendment of each lens group decreases, and one sheet and 3rd lens group G3 can simplify all the configurations of a zoom lens 1. Therefore, this example has realized the lens system 1 of five groups with a very simple configuration called nine lenses at all.

[0034] Furthermore, it becomes lightweight, while becoming short and becoming compact about the overall length of a zoom lens 1 as well as becoming economical by reducing the lens number of sheets which constitutes a zoom lens 1. And since the permeability of the whole zoom lens 1 also improves, a bright, compact, and lightweight zoom lens can be realized and the suitable zoom lens of the projector of the pocket mold with which development is recommended wholeheartedly can be offered now.

[0035] Moreover, in the zoom lens 1 of five groups of this example, it is still compacter, and in order to offer what has a good aberration property, it is desirable to fulfill the conditions of the formula (A) mentioned above, (B), and (C). For this reason, the zoom lens 1 for projection of this example is designed so that those conditions may be fulfilled.

[0036] In the lens data shown below, the radius of curvature (mm) of each lens with which r_i was located in a line in an order from the screen side, the distance between each lens side where d_i was located in a line in an order from the screen side (mm), the refractive index (d line) of each lens with which n_i was located in a line in an order from the screen side, and n_{ui} show the Abbe number (d line) of each lens located in a line in an order from the screen side. Moreover, a synthetic focal distance [in / f, and / in fw / the wide angle edge of the projection lens 1], a synthetic focal distance [in / 1 / f / focal distance / of 1st lens group G1 / and f2, and / in fw12 / the wide angle edge of the 1st and 2nd lens groups], and L show a back focus [in / overall-length / of zoom lens 1 / , and FNo, and / in Bfw / wide

angle edge] (mm). [the synthetic focal distance of the projection lens 1] [focal distance of 2nd lens group G2] [the f number] Moreover, inf in data shows the field of prism and it is shown that ASP is the aspheric surface.

Lens data (No.1)

i ri di ni vi 1 : 145.54 1.40 1.48749 70.4 Lens L11 2 : 16.18ASP d2 3 22.67 4.10 1.64769 33.8 Lens L21 4 : 240.05 d4 5 : 38.88 3.42 1.67003 47.2 Lens L31 6 : -54.53 1.20 1.84666 23.8 Lens L32 7 : 1271.34 d7 8 : 28.25 1.50 1.53172 48.8 Lens L41 9 : 19.204.0010:-12.00 1.74 1.84666 23.8 Lens L4211: 88.16 6.90 1.49700 81.6 Lens L4312: -17.85 0.2013 : -143.17 4.47 1.83400 37.3 Lens L4414: -29.84 d1415: 76.625.04 1.83500 43.0 Lens L5116: -70.92 5.2917: inf 29.201.51680 64.2 Prism 18: inf the aspheric surface of a field 2 (lens L11) -- counting $K=0.00000A=-0.145800 \times 10^{-4}$ $B=-0.558070 \times 10^{-7}$ $C=0.615709 \times 10^{-10}$ $D=-0.119603 \times 10^{-11}$, however the aspheric surface type are as follows.

$$x = (y^2/r) / [1 + \{1 - (1+K)(y^2/r^2)\}^{1/2}]$$

$$+ Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10} \dots (3)$$

Wide angle edge Medium Tele edge f 28.0 30.76 33.6Fno 2.0 2.3d 2 10.92 8.74 6.98d 4 7.78 5.02 1.81d7 7.27 10.53 13.77d14 0.60 2.28 The numeric value when ****(ing) these lens spacing in location of 2.4m from the head of a lens which is 4.00 is shown.

[0037] Many numeric values of the projection zoom lens of this example are as follows.

$$fw = 28.0f1 = -37.36f2 = 38.13fw12 = 145.66L = 60.54Bfw = 31.99 \text{ (inside of air)}$$

The parameter defined as the above-mentioned formula (A), (B), and (C) is as follows.

Formula (A) $fw12/fw = 5.2$ formulas (B) $L/f2 = 1.59$ formulas (C) $f1/f2 =$ The zoom lens 1 for projection of the example of 0.98 of the path of the lens L11 by the side of a screen is dramatically as small as about 30mm, and its overall length L of a zoom lens 1 is dramatically as the smallest still as about 60mm. However, though it is such a compact zoom lens as mentioned above, it is 1.2 times the scale factor (zoom ratio) of this, and the f number serves as about 2 and a very bright zoom lens in the wide angle edge. Furthermore, as shown in drawing 2 thru/or drawing 5, many aberration is also amended very good and an image it is bright and clear and big can be projected.

[0038] The spherical aberration in a wide angle edge (a), a tele edge (c), and medium (b), the astigmatism, and distortion aberration of this zoom lens for projection are shown in drawing 2.

Furthermore, transverse aberration drawing has shown a wide angle edge (drawing 3), a tele edge (drawing 5), and middle (drawing 4) spherical aberration to drawing 3 thru/or drawing 5. Spherical aberration shows the aberration in each wavelength of 620.0nm (broken line), 550.0nm (continuous line), and 470.0nm (alternate long and short dash line). Moreover, in astigmatism transverse aberration drawing, the aberration of a tangential beam of light (T) and a sagittal ray (S) is shown, respectively.

[0039] As shown in these drawings, the longitudinal aberration of the zoom lens 5 for projection of this example goes into a tele edge from a wide angle edge in a rear spring supporter and the range of about about ± 0.1 mm, and this aberration engine performance is a zoom lens for projection conventional tele cent rucksack type, and it is more than the highly efficient zoom lens of an about ten-sheet configuration. Therefore, the zoom lens for projection of this example is dramatically compact as mentioned above, and further, although the whole is a nine-sheet configuration and a simple lens configuration, it turns out that the aberration engine performance is dramatically excellent. Moreover, it is not inferior even if it excels the zoom lens of the conventional about ten-sheet configuration like longitudinal aberration also in the chromatic aberration of magnification and distortion aberration. Furthermore, transverse aberration goes into a tele edge from a wide angle edge in a rear spring supporter and the range of about about ± 0.03 mm. Therefore, the transverse aberration engine performance also serves as a zoom lens for projection with the dramatically good and sufficient engine performance in which the flare (coma flare) under the effect of comatic aberration hardly appears.

[0040] Therefore, the balance of the power of a lens group is satisfied with a lens configuration which mentioned above the zoom lens for projection of this example of the monograph affair of a formula (A), a formula (B), and a formula (C) further. For this reason, the aberration amendment with a good rear spring supporter is made to the whole zoom field. And the back focus Bfw bright at a wide angle is also fully large, and an incidence side is the zoom lens for projection of a tele cent rucksack. Therefore, the

zoom lens 1 for projection of this example uses a liquid crystal panel or DMD as a light valve, in a dichroic prism or TIR prism, in order to generate a color picture, it fits projector equipment, and it becomes possible [packing these whole projector equipment into a compact very thinly]. Moreover, since an incidence side is a tele cent rucksack, the zoom lens for projection of this example has few dependencies by the direction of a beam of light. Therefore, an optical element with the angular dependence of the prism of not only a dichroic prism but others etc. is used, and it is suitable also for projector equipment equipped with the image formation equipment which compounds or forms and supplies the image for projection, and it becomes possible to collect into the size which can carry such projector equipment.

[0041] The optical system of the projector using the method zoom lens 1 of projection applied to the example 2 of this invention at [example 2] drawing 6 is shown. It is shown in drawing 6 like drawing 1 focusing on each lens arrangement in a wide angle edge, medium, and a tele edge. The zoom lens 1 for projection of this example is also constituted from the screen 9 side by five lens groups G1 and G2, G3, and 12 lenses L11-L51 by which grouping was carried out to G4 and G5. Each lens data is as having been shown below. although the configuration of each lens group of the zoom lens 1 for projection of this example is almost the same as the example mentioned above -- the 4th lens group G4 -- the lens by the side of a screen is most replaced with a doublet, and the 4th lens group G4 is made the five-sheet configuration. For this reason, the zoom lens 1 for projection of this example is constituted by ten lenses in all.

[0042] In addition, the following lens data and many aberration drawings are shown by the same approach as the previous example 1.

Lens data (No.2)

i ri di ni vil : 194.50 1.50 1.48749 70.4 Lens L112: 17.32 (ASP) d23: 27.27 4.05 1.71736 29.5 Lens L214: 652.44 d45: 46.75 4.20 1.72342 38.0 lenses L316: -34.68 1.30 1.74077 27.8 Lens L327: 200.04 d78: 22.72 3.00 1.49700 81.6 Lens L419: 172.92 1.301.74077 27.8 Lens L4210: 21.30 4.20 11 : -14.19 1.20 1.84666 23.8 lenses L4312: 52.11 7.20 1.49700 81.6 Lens L4413: -18.36 0.20 14 : -373.88 4.45 1.83500 43.0 Lens L4515: -34.22 d1516: 66.55 4.85 1.80518 25.5 Lens L5117: -101.05 5.00 18:inf 30.00 1.51680 64.2 Prism 19: the field 2 by the side of the incidence of the lens L11 with which the zoom lens 1 for projection of the example of an inf book also constitutes the 1st lens group G1 -- the aspheric surface -- becoming -- **** -- the aspheric surface -- the counting is as follows.
 $K=0.00000A=-0.132099 \times 10^{-4}$ $B=-0.523408 \times 10^{-7}$ $C=0.118988 \times 10^{-9}$ $D=-0.911028 \times 10^{-12}$, however an aspheric surface type are as the above-mentioned formula (3).

[0043] The travel in a wide angle, medium, and a tele edge etc. is as follows.

[0044]

	広角端	中間	望遠端
f	28.0	31.04	33.6
Fno	2.0		2.3
d2	14.83	12.12	10.23
d4	8.02	4.86	1.81
d7	3.69	7.05	9.88
d15	0.80	3.30	5.42

Moreover, these lens spacing has shown the numeric value when ****(ing) in location of 2.4m from the head of a lens.

[0045] Many numeric values of the projection zoom lens of this example are as follows.

$fw = 28.0$ $f1 = -38.99$ $f2 = 39.28$ $fw12 = 106.84$ $L = 64.79$ $Bfw = 30.89$ (inside of air)

The parameter defined as the above-mentioned formula (A), (B), and (C) is as follows.

Formula (A) $fw12/fw = 3.81$ formulas (B) $L/f2 = 1.65$ formulas (C) $f1/f2 =$ The zoom lens 1 for projection of the example of 0.99 of the path of the lens L11 by the side of a screen is dramatically as small as about 30mm, and its overall length L of a zoom lens 1 is dramatically as the smallest still as

about 65mm. And though the zoom lens of this example is also a compact zoom lens, it is 1.2 times the scale factor (zoom ratio) of this, and the f number serves as about 2 and a very bright zoom lens in the wide angle edge. Furthermore, as shown in drawing 7 thru/or drawing 10, many aberration is also amended very good and an image it is bright and clear and big can be projected.

[0046] The spherical aberration in a wide angle edge (a), a tele edge (c), and medium (b), the astigmatism, and distortion aberration of this zoom lens for projection are shown in drawing 7. Furthermore, transverse aberration drawing has shown a wide angle edge (drawing 8), a tele edge (drawing 10), and middle (drawing 9) spherical aberration to drawing 8 thru/or drawing 10. As shown in these drawings, the longitudinal aberration of the zoom lens 5 for projection of this example is needed for a rear spring supporter and the range of less than about 0.1mm from a wide angle edge at a tele edge, and serves as a lens with the still more sufficient aberration engine performance to the above-mentioned zoom lens. Moreover, transverse aberration goes into a tele edge from a wide angle edge again in a rear spring supporter and the range of about 0.02mm . Therefore, the transverse aberration engine performance also serves as a zoom lens for projection with the dramatically good and sufficient engine performance in which the flare (coma flare) according [on the zoom lens 1 of this example or] to the effect of comatic aberration hardly appears.

[0047] As the gestalt of these operations explained, the zoom lens for projection of this example is a zoom lens of 5 group configurations which made the aspheric surface the incidence side of the lens L11 which constitutes the 1st lens group G1 most located in a screen side, and although there is little whole configuration number of sheets as nine to ten sheets, the aberration engine performance is dramatically good and it is the zoom lens with which the incidence side became a tele cent rucksack further. Furthermore, the size of the whole zoom lens for projection becomes very compact with about 65mm from the diameter of about 30mm, and die length 60. Although only the whole surface of the lens by the side of a screen is most made into the aspheric surface in these examples, of course, it is also possible to make both sides into the aspheric surface. However, it is compact in this way by aspheric-surface-izing one field, and since the zoom lens of high performance can be offered, if profitability is taken into consideration, sufficient effectiveness can be acquired by aspheric-surface-izing an one field and incidence side with an especially small area.

[0048]

[Effect of the Invention] As explained above, the zoom lens for projection of this invention can perform aberration amendment efficiently with little lens configuration by [of the focusing glass most located in a screen side] making the whole surface into the aspheric surface at least. Therefore, a zoom lens with the sufficient aberration engine performance and the sufficient **** engine performance can be obtained. Aperture becomes possible [realizing a zoom lens with very as compact die length as about 60 to 65mm] by about 30mm with the zoom lens with which negative, forward, forward, and the input side that has arranged the lens of five negative and forward groups became a tele cent rucksack especially, and even if the about ten-sheet configuration of the **** engine performance is large-sized in the conventional diameter of macrostomia and it excels the zoom lens for projection of high performance, it is not inferior. Furthermore, while becoming compact by making configuration number of sheets reducible, it can become economical, weight can also be reduced and permeability can offer the bright high zoom lens for projection further. Moreover, a field angle is also fully large and a circumference quantity of light ratio can also fully be secured.

[0049] Furthermore, by making power allocation of the 1st and 2nd lens groups into the suitable range, it is still compacter and the zoom lens for projection also with the very good aberration engine performance is realized. Therefore, the projector equipment which can project the image of high resolution brightly can be offered by adopting the zoom lens for projection of this invention. And projector equipment becomes collecting into a compact very is possible and possible [providing as projector equipment of a full-scale pocket mold].

[Translation done.]

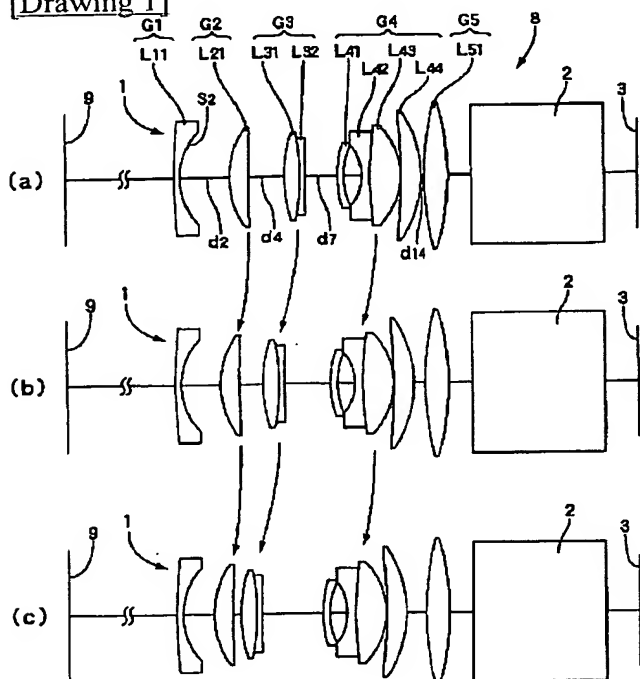
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

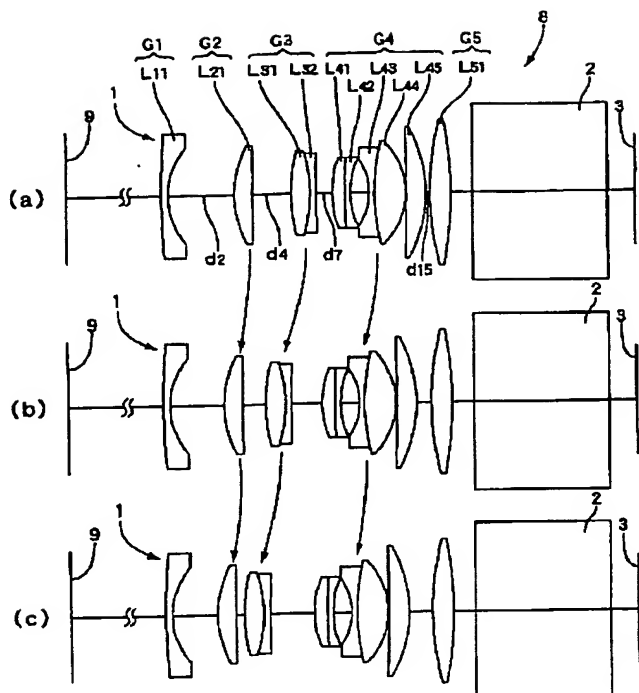
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

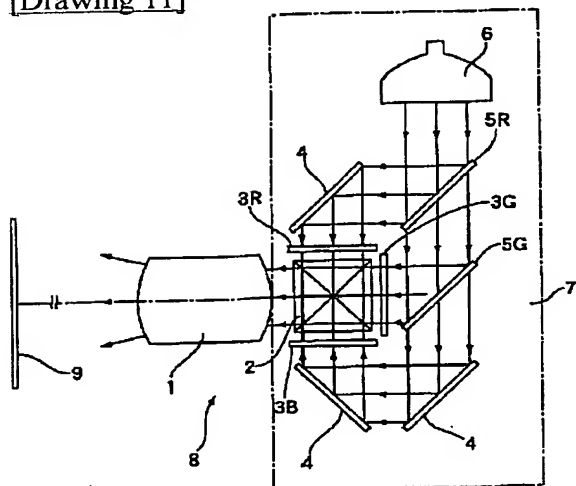
[Drawing 1]



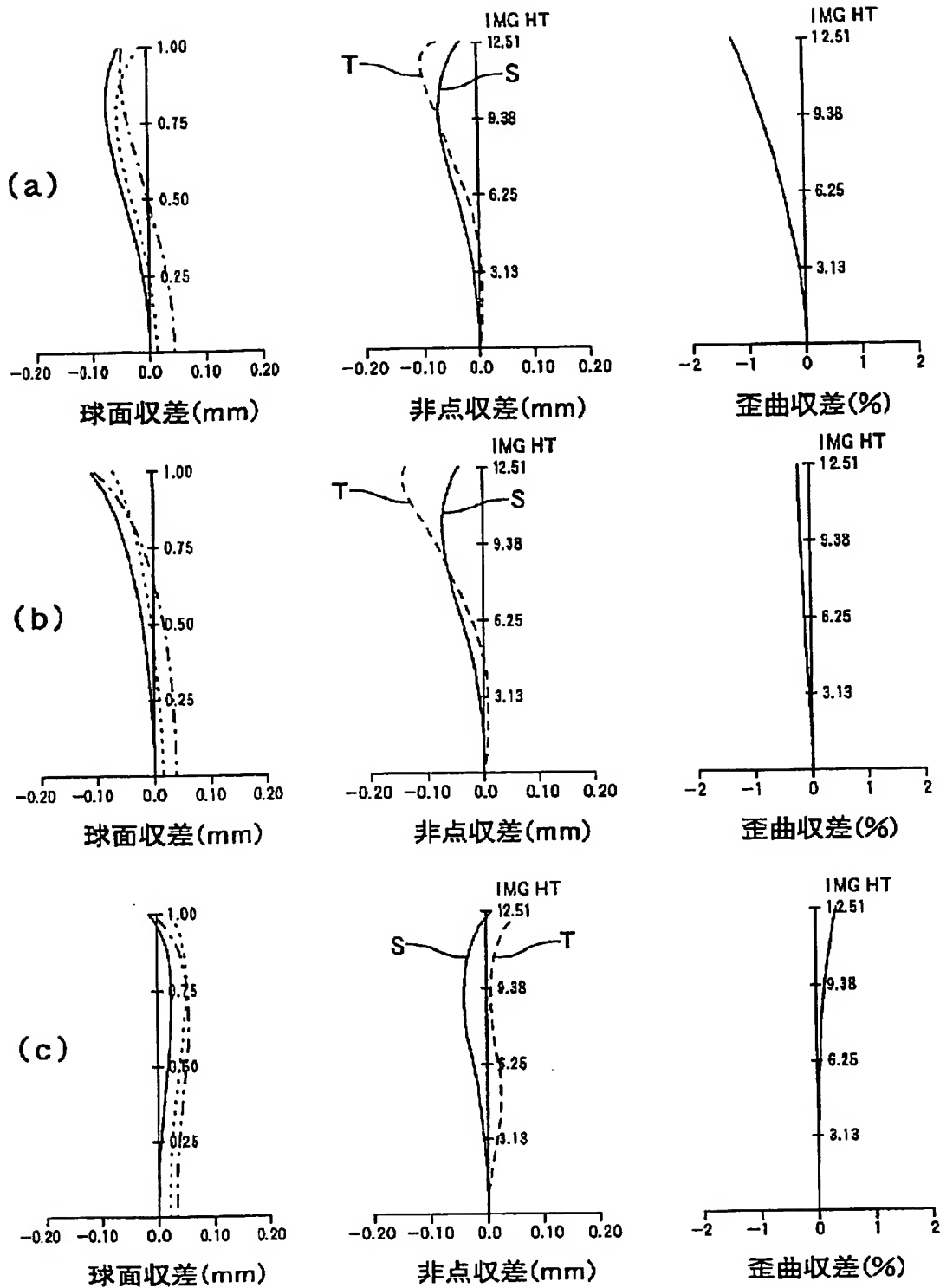
[Drawing 6]



[Drawing 11]



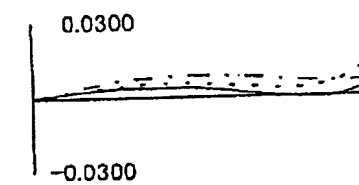
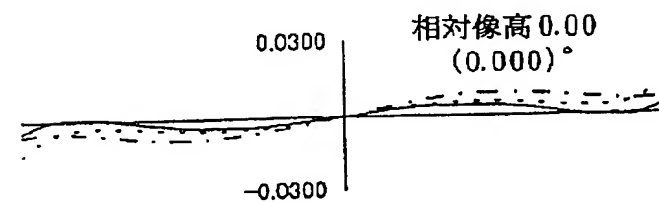
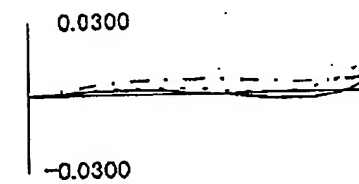
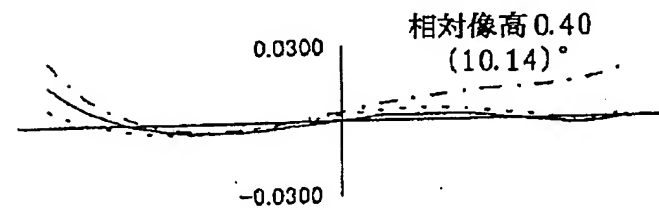
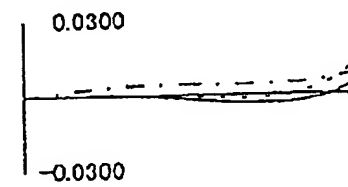
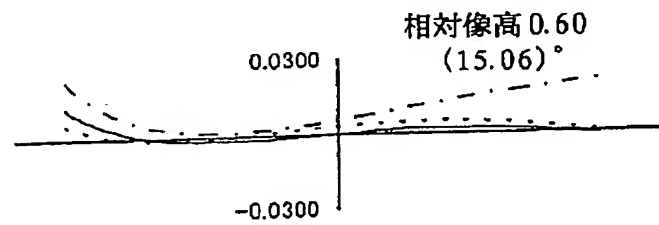
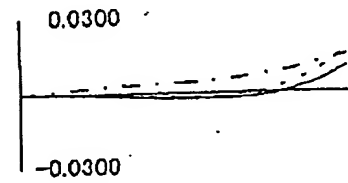
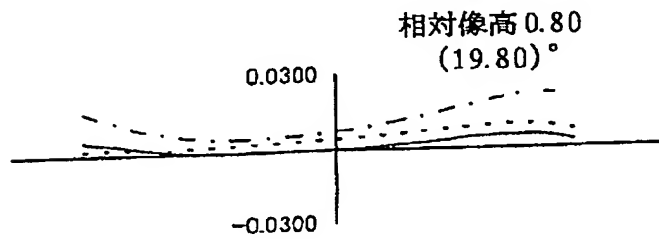
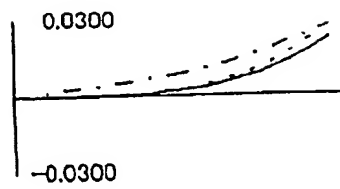
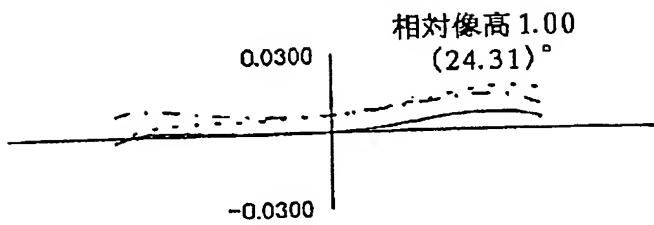
[Drawing 2]



[Drawing 3]

タンジェンシャル光線

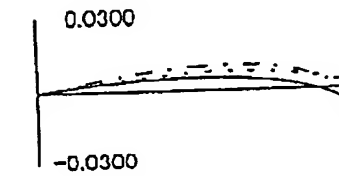
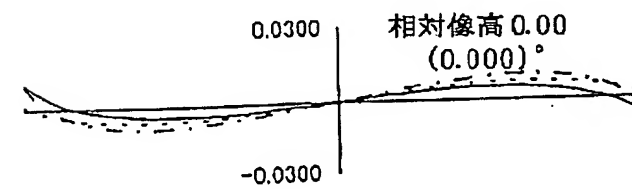
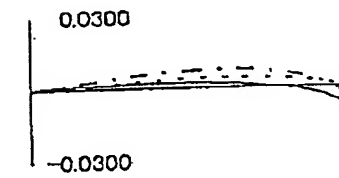
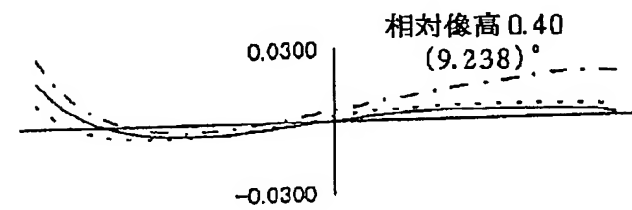
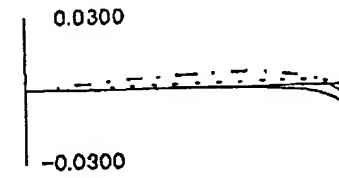
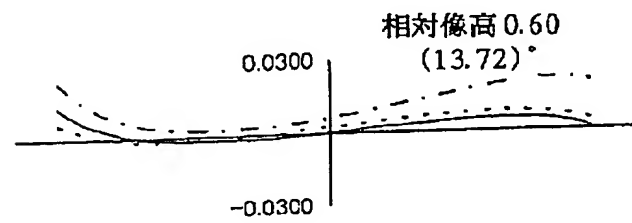
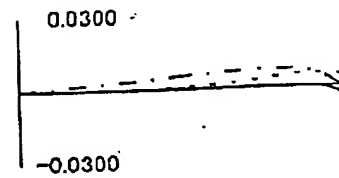
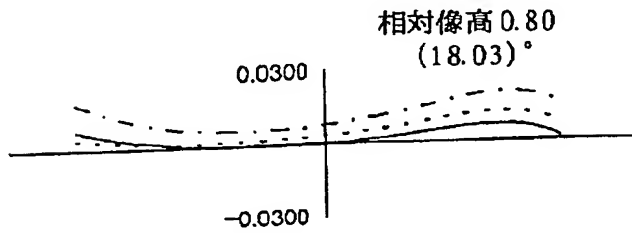
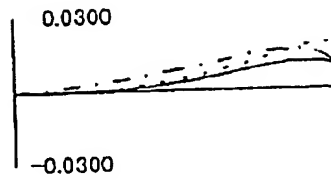
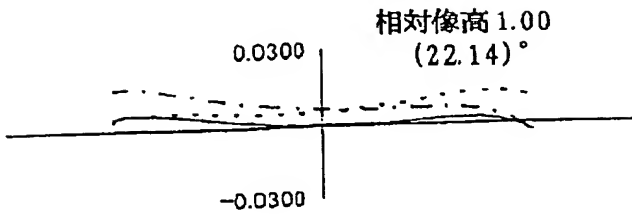
サジタル光線



[Drawing 4]

タンジェンシャル光線

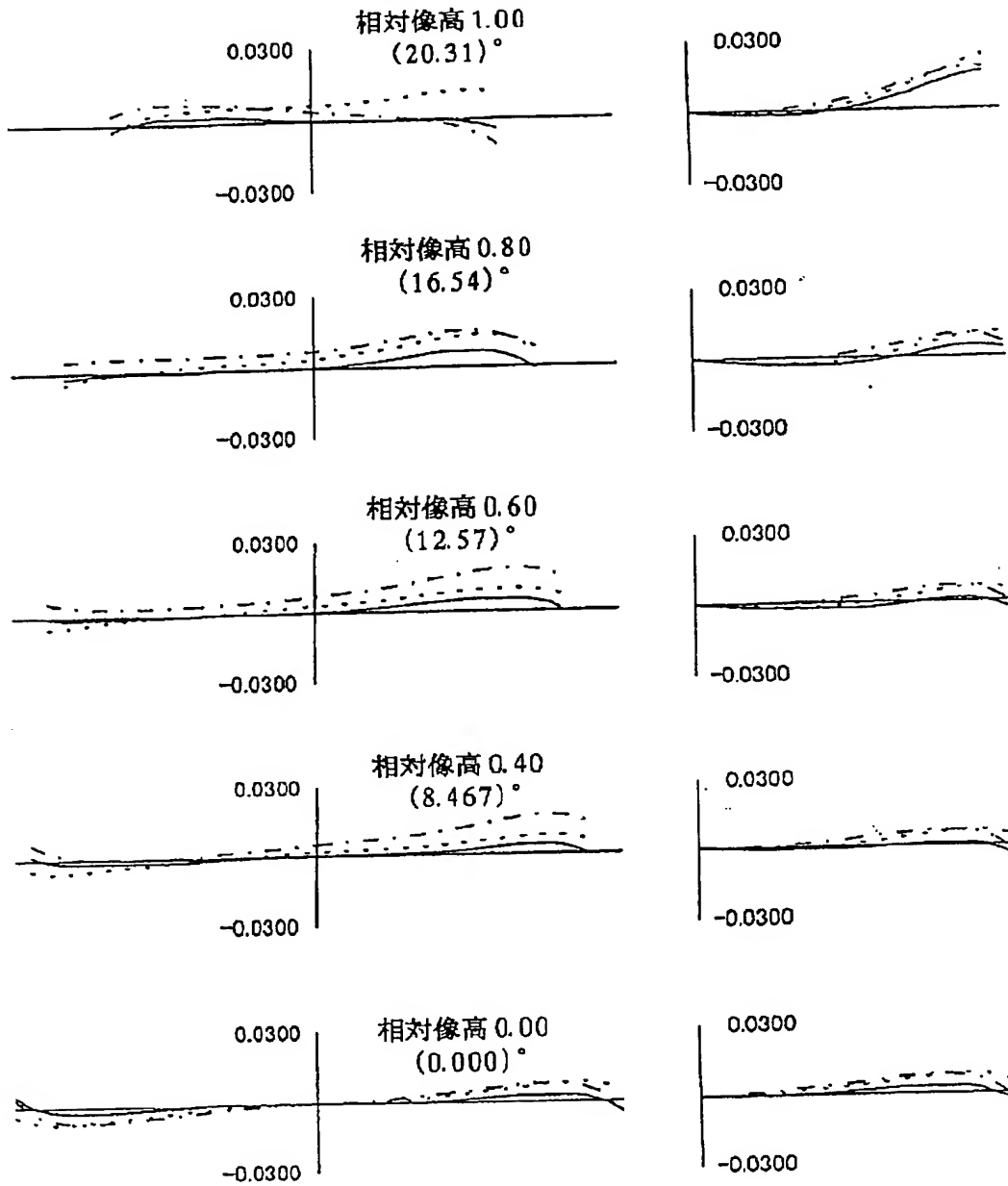
サジタル光線



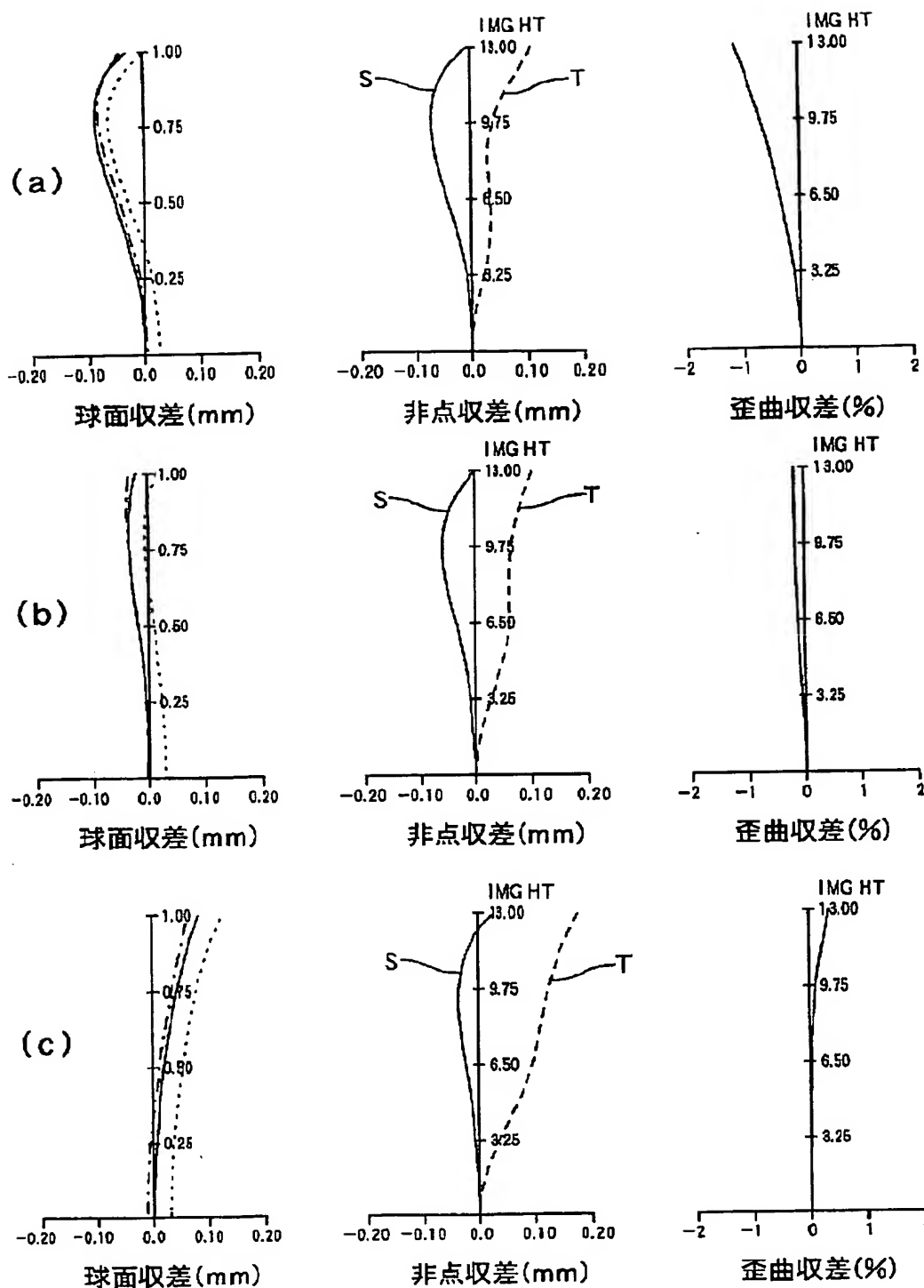
[Drawing 5]

タンジェンシャル光線

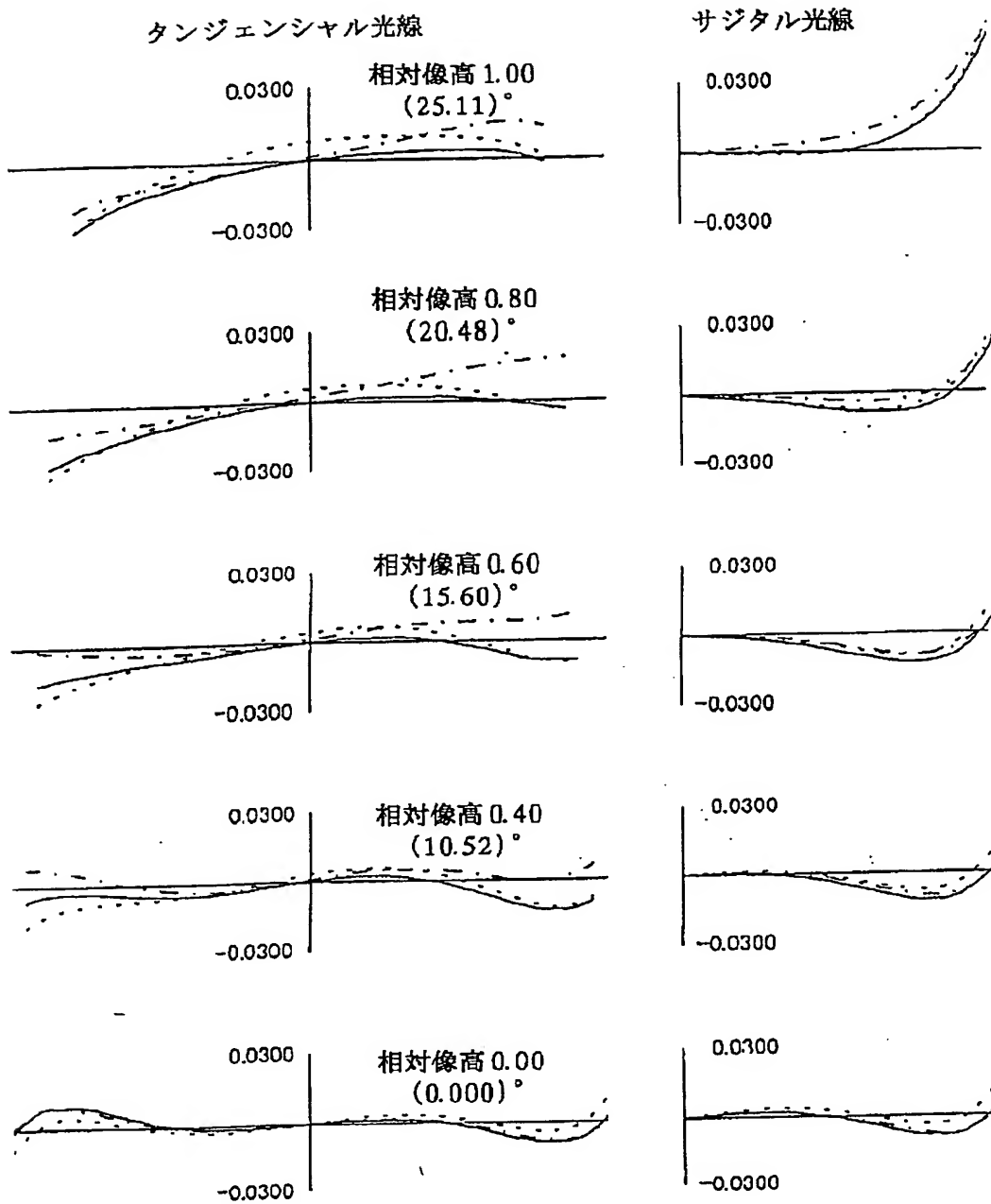
サジタル光線



[Drawing 7]



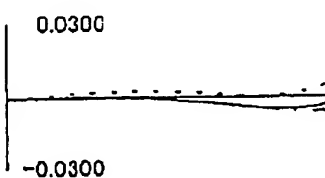
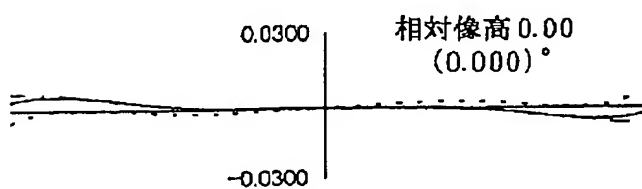
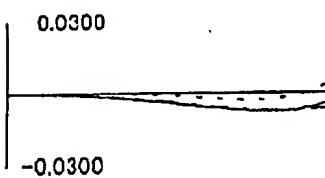
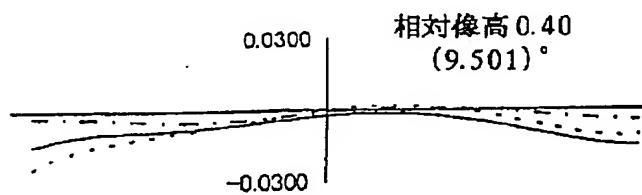
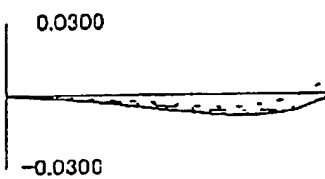
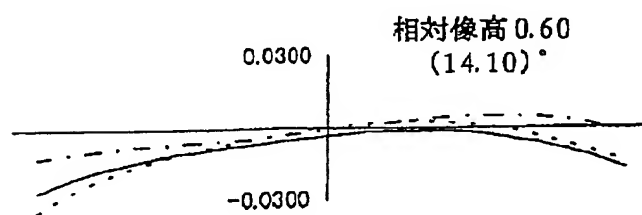
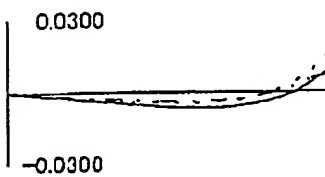
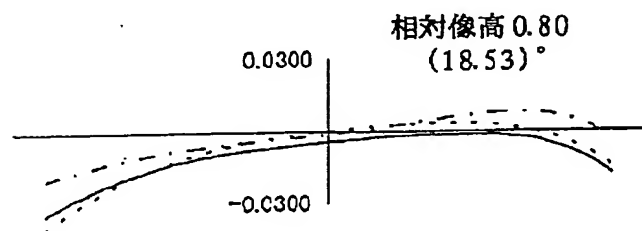
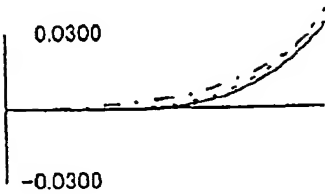
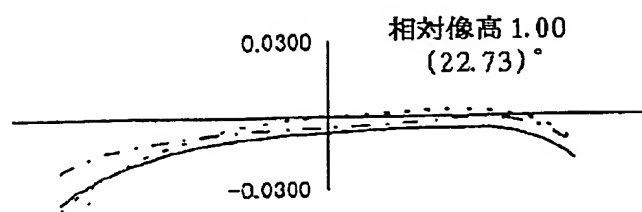
[Drawing 8]



[Drawing 9]

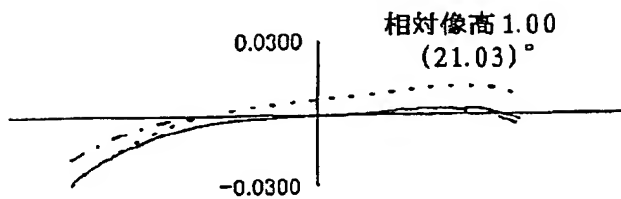
タンジェンシャル光線

サジタル光線

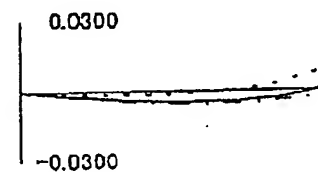
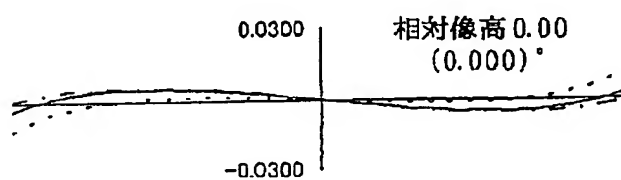
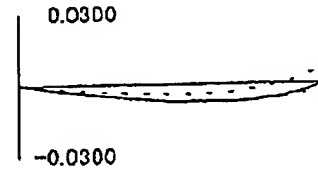
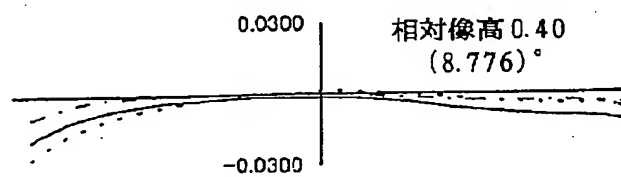
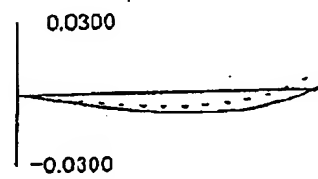
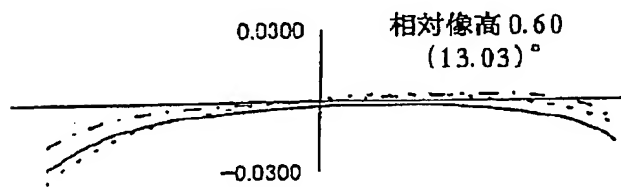
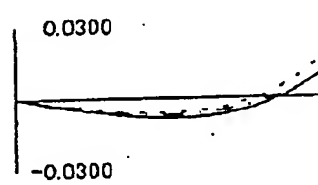
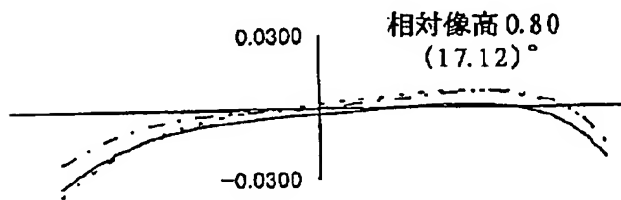
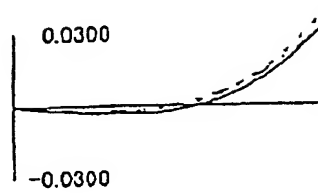


[Drawing 10]

タンジェンシャル光線



サジタル光線



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.